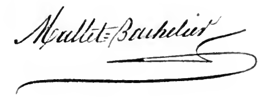
# ÉTUDES ET LECTURES

SUR

# LES SCIENCES D'OBSERVATION

ET

LEURS APPLICATIONS PRATIQUES.




PARIS. — IMPRIMERIE DE MALLET-BACHELIER, rue du Jardinet, 12.

# ÉTUDES ET LECTURES

SUR

# LES SCIENCES D'OBSERVATION

ET

## LEURS APPLICATIONS PRATIQUES;

PAR M. BABINET,

De l'Institut (Académie des Sciences).



PREMIER VOLUME.

PARIS,

MALLET-BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE IMPÉRIALE POLYTECHNIQUE,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1855





# TABLE DES MATIÈRES.

# AVIS AU LECTEUR.

La plupart des articles dont le présent volume se compose ont paru dans la *Revue des Deux-Mondes* ou dans les publications de l'Institut. Les progrès modernes des Sciences et les progrès de l'Industrie, qui en sont la suite, ont appelé l'attention des hommes d'État et celle des gens du monde sur cette importante classe d'idées et de faits; et, s'il est dans un salon un homme qui ait fait son occupation exclusive des travaux scientifiques et auquel on puisse attribuer quelque autorité, il est rare qu'on ne lui demande pas des nouvelles du *pays de la Science*, comme on questionne un voyageur, qui a visité des contrées inaccessibles aux touristes ordinaires, sur les habitants, le climat et les productions de ces contrées nouvelles. Le choix que j'ai fait de la *Revue des Deux-Mondes*, pour y faire paraître des articles sur les parties des sciences qui peuvent attirer l'attention des lecteurs en général, est uniquement fondé sur le grand nombre de lecteurs de ce recueil, dont le succès a dépassé toute attente. Tous ceux qui ont bien voulu y lire mes articles ont dû voir que la sérieuse attention donnée à toutes les théories et à tous les faits énoncés et expliqués n'était pas

celle que l'on donne ordinairement à des compositions éphémères, telles que celles qui sont forcément en circulation dans la presse quotidienne. De nombreuses demandes de reproduction m'ont donc été adressées de France et de l'Étranger, sans compter les reproducteurs qui ont négligé de me demander mon assentiment ou celui du directeur de la *Revue des Deux-Mondes*. M. Mallet-Bachelier, gendre et successeur de M. Bachelier, dont la maison est au premier rang pour les Mathématiques, et qui embrasse aussi toutes les publications sérieuses de la science appliquée, tant pour l'industrie que pour les gens du monde, a réclamé la publication de mes articles de circonstance sur les Sciences et l'Industrie, tant dans les séances publiques de l'Institut que dans la *Revue des Deux-Mondes* et ailleurs, et je pense qu'ainsi je mettrai à l'abri de l'oubli et que j'utiliserai, pour ceux qui ne sont pas à même de puiser aux sources, une quantité immense de faits, de déductions théoriques, d'applications et de dates historiques que l'on irait chercher difficilement dans les numéros d'un recueil périodique, quelque haut placé qu'il soit dans l'estime publique, ou dans les volumineuses publications de l'Institut.

Il a été convenu qu'on s'interdirait sévèrement toute altération au texte original des articles reproduits dans ce volume. C'est le seul moyen de leur conserver une authenticité et une date qui permettent aux travailleurs sérieux d'y recourir en sûreté, et d'éviter la confusion qui résulte de retouches partielles opérées toujours avec le risque d'introduire de dangereux anachronismes dans l'histoire des découvertes. Les progrès de toutes les

sciences d'observation doivent être enregistrés dans une série d'articles qui se succèdent, comme les travaux des explorateurs de la nature. Ainsi que l'a très-bien dit Laplace, il n'en est pas des œuvres scientifiques comme des œuvres littéraires, qui constituent un monument inaltérable. Chaque livre mathématique prépare la voie à une œuvre qui doit le dépasser, et le mérite est tout entier à la priorité de la découverte. Autrement, le nom de Képler aurait anéanti celui de Copernic, le nom de Newton celui de Képler, le nom de Laplace celui de Newton, et parmi les savants vivants on trouverait des noms qui éclipseraient de même ceux de tous leurs prédécesseurs. Ici, ce n'est pas tout de savoir, et de beaucoup savoir; l'honneur est à celui qui a su le premier, c'est-à-dire à l'inventeur. Les lecteurs de ce volume voudront donc bien attendre les acquisitions futures de l'esprit humain pour en être informés spécialement et d'une manière convenable.

Il y a trois modes d'exposition des Sciences. Le premier, qu'on peut appeler descriptif, et qui consiste à énoncer le plus clairement et le plus complétement possible tout ce que nous ont appris les inventeurs, en évitant les erreurs introduites par des conclusions précipitées ou par des esprits faux. Le deuxième mode introduit l'usage des formules pratiques des mathématiques, qui servent à utiliser les résultats de l'observation. C'est ainsi qu'on a pu arriver à toutes les lois de la nature. Les calculs analytiques, dont l'emploi est ici nécessaire, ne sont pas d'une grande difficulté. Le nombre et la variété des formules qui s'adaptent à chaque cas constituent le seul embarras qu'on éprouve pour les

savoir et les mettre en usage. Le troisième et dernier mode consiste à prendre, comme données, les résultats de l'observation et les lois de la nature, et à les remanier par les théories transcendantes de l'analyse, de manière à en tirer des conclusions qu'aucune autre voie n'eût rendues accessibles. C'est ainsi que, sur l'état futur du système du monde, sur sa stabilité, ses perturbations, en un mot sur son avenir, l'école française de Laplace a jeté un éclat inespéré que nous tâcherons peut-être un jour d'exposer et d'interpréter pour nos lecteurs. Rien n'est plus près de la poésie, comme me le faisait remarquer *un homme de salon,* que les vérités hardies déduites des théories mathématiques, quand on peut les énoncer dégagées des calculs qui les ont révélées, à peu près comme on admire un monument d'architecture, quand on a retiré tous les échafaudages qui ont aidé à sa construction.

Ce n'est pas seulement au point de vue *utilitaire* et dans l'intérêt matériel de la société qu'il est bon de populariser les saines et positives doctrines des sciences d'observation, et de tracer la limite entre ce qu'on peut savoir et faire et ce qu'il est impossible d'espérer ou de demander aux sciences physiques. N'avons-nous pas vu récemment de bons esprits, de ceux qui, dans la presse quotidienne ou ailleurs, servent de guide aux autres, arriver à la croyance que la volonté métaphysique pouvait soutenir, sans aucun appui, les corps pesants au milieu de l'air, ce qui serait tout simplement un effet physique sans cause physique? Je mets de côté toutes les révélations bourgeoises d'esprits familiers près desquelles s'efface tout ce que la sorcellerie et la crédulité ont pu

offrir de plus incroyable dans le moyen âge. Lorsque la question des manifestations surnaturelles fut portée à la législature des États-Unis, par une pétition de seize mille personnes, un plaisant proposa de renvoyer l'affaire au comité des relations extérieures. Un membre de ce comité admit la proposition, mais objecta que les *esprits manifestés* n'étant nullement américains, il n'y avait point là une question de nationaux ou d'étrangers. La conclusion fut qu'il fallait s'occuper du traité de cession de territoire de la part du Mexique et de son acquisition par l'Union. Et la France aussi a autre chose à faire qu'à mettre en rotation des tables, des chapeaux et des écuelles. Mais, ce qui fut constaté dans le Rapport fait sur la pétition américaine, ce fut l'insuffisance de l'instruction physique des masses, qui les laisse exposées à l'invasion épidémique d'une stupide crédulité qui aurait fait rougir les populations des âges les moins éclairés qu'ait enregistrés l'histoire.

Les œuvres littéraires ont sur les exposés scientifiques l'avantage de l'attrait que l'imagination, cette vraie magicienne, répand sur tout ce qui est de son domaine. Les Sciences, au contraire, pour appeler l'intérêt, ont besoin, pour la société en général, de ce qu'on appelle l'intérêt du moment, ou l'actualité. Voilà pourquoi les articles d'une revue se prêtent si bien à cette exigence d'auditoire exceptionnel. Au reste, le succès de publications analogues à celles-ci, tant en France qu'en Angleterre et en Allemagne, semble devoir nous encourager. L'auteur de ces articles peut aussi se flatter d'avoir eu M. Arago pour lecteur assidu. Les deux lectures publiques faites à l'Institut *sur les mou-*

*vements de la mer* et *sur les comètes* l'ont été d'après l'indication de M. Arago lui-même. Plusieurs personnes, peu habituées à la sévérité des idées scientifiques, se plaignent d'être obligées de relire deux fois une phrase pour en comprendre toute la portée ou pour en pénétrer toute la signification. Elles nous permettront de leur citer Voltaire, dont personne ne révoquera en doute la perspicacité et la présence d'esprit, et qui s'étonne qu'il y ait des hommes ayant la prétention de tout comprendre à la première lecture. Quant à lui, il ne se flatte pas d'un pareil avantage.

BABINET (DE L'INSTITUT).

Paris, ce 13 octobre 1854.

SUR LES

# MOUVEMENTS EXTRAORDINAIRES
# DE LA MER.

SUR LES

# MOUVEMENTS EXTRAORDINAIRES

# DE LA MER,

## CONNUS SOUS LE NOM DE BARRE DE FLOT, MASCARET, BORE, POROROCA, ETC.



S'il est un lieu où la nature se soit plu à réunir toutes ses beautés grandioses et gracieuses, c'est sans contredit la vaste embouchure du fleuve qui baigne les quais de notre capitale, et qui, après un cours modeste, mais rendu utile par une longue ligne de navigation commerciale, prend tout à coup, en approchant de l'Océan, une largeur qui en fait un véritable bras de mer. C'est à Quillebœuf que la Seine, jusque-là resserrée entre des rives médiocrement distantes, prend subitement une étendue de plusieurs kilomètres, qu'elle garde ensuite jusqu'à ce qu'elle arrive à la hauteur du Havre, pour se confondre avec l'Atlantique. La beauté de ses rives boisées, de ses falaises escarpées ou croulantes, de ses villes riveraines, de ses châteaux et de ses monuments, romains, féodaux ou monarchiques, anciens ou modernes; les rivières et les marais tributaires qui

joignent leurs eaux à celles de la Seine; mille effets de perspective aérienne, de lumière, d'ombre, de soleil, de brouillards, d'arcs-en-ciel, d'aurores et de nuages colorés, de lointains aux plus riches teintes : tout cela fait du paysage de Quillebœuf un tableau aussi riche que varié, mais surtout perpétuellement changeant. Si l'on y ajoute les mouvements de l'Océan, qui, deux fois par jour, envahit majestueusement le fleuve et vient battre les galets de la grève qui fait suite au quai, les bancs de sables continuellement déplacés et retentissant de la chute de leurs bords dans le courant qui les ronge sans cesse, les vents de la mer et les tempêtes, et tous les autres météores sonores ou silencieux; enfin, toute cette vaste scène animée par le mouvement de mille bâtiments de long cours, ou de barques de pêcheurs et de pilotes qui descendent ou remontent cette grande route fluviale de Paris à l'Atlantique, on concevra que rien ne manque à ces admirables points de vue, pas même les témoins assidus et nombreux des phénomènes des eaux, de la terre et du ciel, ces vieux pilotes de Quillebœuf, qui, assis sur les pierres et sous les arbres du cimetière voisin de la mer, contemplent maintenant avec sécurité les flots redoutables qui les ont épargnés si longtemps.

Lorsque Newton, *en y pensant toujours*, eut découvert la loi régulatrice des mouvements célestes, l'ATTRACTION UNIVERSELLE, il l'appliqua aux mouvements de l'Océan; il en pénétra la cause, mais il en laissa le développement à ses successeurs, qui, en possession d'une analyse mathématique perfectionnée, pouvaient aller plus loin dans l'explication des nombreuses parti-

cularités des marées. Au premier rang des héritiers et des rivaux de Newton, chacun a déjà nommé Laplace, de l'Institut de France. Ce ne serait donc point un sujet nouveau et convenable à mettre sous vos yeux, que cette obéissance, je dirai presque passive, de l'Océan aux formules mathématiques de Laplace et de Newton. Lucain, dans sa *Pharsale*, parlant des côtes maritimes de la France, signale *ces plages incertaines qui tantôt appartiennent à la terre et tantôt à la mer; que le vaste Océan envahit et abandonne tour à tour*. Il indique pour cause l'action des vents, du soleil et de la lune. « Cherchez, dit-il, ô vous qui prenez souci de » pénétrer le mécanisme du monde, cherchez d'où » naissent ces alternatives si fréquentes. Pour moi, je » me résigne à l'ignorance que les dieux ont ici voulu » imposer aux hommes. » Newton et Laplace *ont cherché*, et, au grand honneur de l'esprit humain, *ils ont trouvé*.

Mais les rivages et le bassin de la Seine offrent encore, dans les parages de Quillebœuf, un curieux et redoutable effet des marées. C'est ce qu'on appelle, aux pleines lunes et aux nouvelles lunes des équinoxes, *la barre de flot*. Ce mouvement tout à fait extraordinaire des eaux de la mer, immense dans son développement, capricieux par l'influence des localités, des vents et surtout de l'état variable du fond du lit du fleuve, a fait l'objet des longues recherches que je viens aujourd'hui développer devant vous.

Voyons d'abord ce que c'est que la barre de flot.

Tandis qu'en général, et même à l'extrême embouchure de la Seine, au Havre, à Honfleur, à Berville, la

mer, à l'instant du flux, monte par degrés insensibles et s'élève graduellement, on voit, au contraire, dans la portion du lit du fleuve au-dessous et au-dessus de Quillebœuf, le premier flot se précipiter en immense cataracte, formant une vague roulante, haute comme les constructions du rivage, occupant le fleuve dans toute sa largeur, de 10 à 12 kilomètres, renversant tout sur son passage et remplissant instantanément le vaste bassin de la Seine. Rien de plus majestueux que cette formidable vague, si rapidement mobile. Dès qu'elle s'est brisée contre les quais de Quillebœuf, qu'elle inonde de ses rejaillissements, elle s'engage en remontant dans le lit plus étroit du fleuve, qui court alors vers sa source avec la rapidité d'un cheval au galop. Les navires échoués, incapables de résister à l'assaut d'une vague si furieuse, sont ce qu'on appelle *en perdition*. Les prairies des bords, rongées et délayées par le courant, se mettent, suivant une autre expression locale, *en fonte*, et disparaissent. Successivement le lit du fleuve se déplace de plusieurs kilomètres de l'une à l'autre des falaises qui le dominent; enfin, les bancs de sable et de vase du fond sont agités et mobilisés comme les vagues de la surface. Rien de plus étonnant que ces redoutables barres de flot observées sous les rayons du jour le plus pur, au milieu du calme le plus complet, et dans l'absence de tout indice de vent, de tempête ou d'orage de foudre. Les bruits les plus assourdissants annoncent et accompagnent ces grandes crises de la nature préparées par une cause éminemment silencieuse, *l'attraction universelle*. Homère, le grand peintre de la nature, semblerait avoir été témoin de pareils phéno-

mènes, lorsqu'il en écrivait la fidèle description que voici :

« Telle, aux embouchures d'un fleuve qui coule guidé » par Jupiter, la vague immense mugit contre le cou- » rant, tandis que les rives escarpées retentissent au » loin du fracas de la mer que le fleuve repousse hors » de son lit. »

Ces mouvements vraiment extraordinaires n'ont rien de fixe ni pour les points du fleuve où ils sont le plus violents, ni pour la hauteur de la cataracte qui se précipite vers sa source. Un vent de mer modéré aide la formation de la barre; un vent violent étale les eaux et en diminue la hauteur. Dans les eaux profondes, la barre est faible; elle l'est de même sur les bancs trop peu recouverts. Souvent, d'une marée à l'autre, il s'opère un changement complet dans le régime de ces courants si bizarres et si destructeurs.

Il y a trente ans environ que les curieux effets de la barre de la Seine me furent indiqués par M. Robin, actuellement ingénieur divisionnaire des Ponts et Chaussées. Cet excellent observateur, chargé alors des travaux de Quillebœuf, avait fait le nivellement de la partie voisine du fleuve, et noté les curieux effets de la barre de flot. Il me rendit une première fois témoin de ces mouvements de l'Océan, si grandioses et alors tout à fait inexpliqués. Depuis cette époque, et pendant un quart de siècle, au jour de grandes marées, annoncées par les calculs du Bureau des Longitudes, et inscrites dans l'*Annuaire*, je courais observer les singuliers et imposants déplacements de ces immenses masses liquides. J'en suivis les effets sur tous les points de la

Seine, autour de Quillebœuf et jusqu'à Rouen. Je les ai contemplés des prairies et des grèves menacées par le flot, du haut des falaises d'Aizier, de la Roque et de Tancarville. J'ai observé la barre par le calme, par le vent, par la tempête; par le soleil, par la pluie, par le brouillard; par le chaud, par le froid; dans le jour, dans la nuit. J'espérais qu'une observation assidue des particularités du phénomène, combinée avec les notions de mécanique qui sont maintenant la propriété de tous, m'en fournirait tôt ou tard l'explication.

C'est ce qui a eu lieu lorsque sont venues à ma connaissance les belles recherches de M. Russel, sur la vitesse des vagues dans les canaux d'une profondeur donnée. Or il résulte de ces recherches que cette vitesse est beaucoup moindre dans une eau moins profonde, et, au contraire, que la vague marche et se propage très-rapidement dans une eau très-profonde. On peut donc, à peu près, sonder la profondeur d'un lac ou d'un canal, en y excitant des vagues et en mesurant leur vitesse. C'est ainsi que la profondeur de la Manche, entre Plymouth et Boulogne, a été évaluée à 60 mètres. C'est encore ainsi que la prodigieuse rapidité des ondes de la marée dans les mers profondes (par heure, 600 kilomètres et au-dessus!) a permis de sonder l'Atlantique et le Pacifique, et nous a donné, en moyenne, 4800 mètres de profondeur pour l'Atlantique, et 6400 mètres pour l'océan Pacifique. Il serait injuste de ne pas rappeler que Lagrange, de l'Institut, avait déjà trouvé, par le calcul, les résultats que M. Russel a déduits de l'expérience, et que Thomas Young, placé par l'Académie des Sciences au rang illustre de ses

associés étrangers, avait modifié en plusieurs points le théorème de Lagrange. Permettez-moi cependant d'insister sur le mérite de la confirmation expérimentale donnée par M. Russel aux calculs analytiques. Les phénomènes de la nature sont si compliqués, que les théories ne sont, pour ainsi dire, que des présomptions, jusqu'au moment où leur vérification par les faits leur donne le rang de vérités annexées, à perpétuité, à l'apanage de l'esprit humain. Souvenez-vous de ce mot du spirituel Fontenelle : *Quand une chose peut être de deux façons, elle est presque toujours de la façon dont on ne la conçoit pas généralement!*

Maintenant que, grâce aux travaux de Lagrange et de M. Russel, nous savons que la marche des vagues est retardée dans une eau moins profonde, nous comprendrons sans peine la cause de la cataracte du flux, quand la marée aborde certaines portions du bassin de la Seine. En effet, dans toutes les localités où l'eau deviendra de moins en moins profonde, les premières vagues, retardées par le manque de profondeur, seront devancées par les suivantes, qui marchent dans une eau plus profonde, et celles-ci seront elles-mêmes rejointes par celles qui les suivent, de manière que, les vagues antérieures étant dépassées en vitesse par toutes celles qui les suivent, ces dernières retomberont en cascade, par-dessus les vagues antérieures, et produiront cette immense cataracte roulante dont j'ai décrit plus haut la forme et les effets.

Pour peindre par un exemple familier à tout le monde cet entassement des vagues de marée, produit par le ralentissement de vitesse de celles qui marchent en tête,

ralentissement qui provient, je le répète, de ce que ces premières lames voyagent dans une eau moins profonde, observez ce qui arrive à un troupeau dont la tête est retardée dans sa marche par un obstacle quelconque : à l'instant même on voit les animaux du second rang se serrer contre les premiers, et ceux qui viennent ensuite se dresser sur leurs pieds de derrière, en appuyant les pieds de devant sur ceux qui les précèdent.

Ainsi, toutes les fois que les vagues de la marée montante se propageront dans une eau de moins en moins profonde, en allant du large au rivage, il se produira un effet analogue à la barre de la Seine, qu'il y ait un fleuve ou simplement le rivage de la mer avec une pente graduée. C'est une circonstance et un effet dont j'ai été témoin aux alentours du mont Saint-Michel, que l'on aborde à gué dans certaines basses mers moyennes. Mais, quand le reflux cesse, la mer revient en vague roulante, et fait courir les plus grands dangers à ceux qui se trouvent encore au milieu du gué.

Il résulte de cette théorie que si, d'après la position des bancs qui occupent le fond de la Seine, l'eau, après avoir diminué et produit une barre, vient à reprendre de la profondeur, les vagues antérieures ne seront plus retardées, et, par suite, que la barre cessera de se produire. C'est ce que j'ai fréquemment observé du haut des falaises qui dominent la Seine dans la portion de son cours qui sépare le promontoire de la Roque de la pointe de Tancarville.

Cette même théorie doit faire pressentir que le phénomène de la barre n'est point exclusivement propre à la Seine : toutes les rivières à marées qui offriront un

bassin dont la profondeur diminuera graduellement devront le produire. Il a en effet été observé depuis longtemps dans la Dordogne, où il est connu sous le nom de *mascaret*, nom que j'adopte avec M. Arago pour désigner ces mouvements extraordinaires de la mer, car le nom de barre se donne ordinairement à cette sorte de barrière sous-marine que forme à l'embouchure des fleuves le dépôt des sables, des vases et des troubles entraînés par le courant, et qui s'accumulent à l'endroit où celui-ci vient à s'arrêter par l'obstacle de la mer. J'ai aussi observé le mascaret de la Dordogne, qui a été décrit par l'admirable Bernard Palissy. Quant à la théorie qu'il essaye d'en donner, outre sa complication, elle serait complétement en défaut dans le cas des mascarets sans rivière du mont Saint-Michel.

Un mascaret formidable, dit *pororoca*, ravage l'embouchure de l'Amazone. Ceux qui voudront bien prendre la peine de comparer la description qu'en donne la Condamine avec l'explication qui précède, y trouveront, je pense, une nouvelle confirmation de ma théorie. La Condamine ne donne aucune explication de la pororoca. Enfin le même phénomène se retrouve dans les rivières et sur les plages du nord de l'Écosse, en Angleterre, dans la Severne et dans l'Humber; aux Grandes Indes, dans quelques-unes des embouchures du Gange.

Mais, si nous voulons un exemple fameux des effets d'un mascaret observé trois cents ans avant notre ère, il nous faut ouvrir Quinte-Curce, et suivre avec lui Alexandre le Grand arrivant à l'embouchure de l'Indus, dans le *désir passionné* de voir l'Océan à ces limites du monde. La flotille du conquérant des Indes trouve

déjà de l'eau salée ; rien ne fait présager un danger dans la localité calme et découverte où l'on se trouve. Mais le flot arrive subitement, le fleuve remonte vers sa source avec la vitesse d'un torrent; tous les vaisseaux, échoués d'abord, sont culbutés ensuite; tous les rivages sont couverts de débris; les soldats sont terrifiés de voir *des naufrages en pleine terre, une mer entière dans le bassin d'un fleuve*. Ce beau passage, inintelligible à ceux qui ne connaîtraient que les marées ordinaires, se ressent de l'ignorance même de l'auteur, qui l'a écrit évidemment d'après les notions générales sur les marées. Pour le bien concevoir et sans sortir de notre pays, qu'on se figure un de ces chefs normands envahisseurs de la Neustrie, remontant à pleines voiles le bassin de la Seine par le vent d'ouest, ordinaire dans notre climat. S'il prend pose le matin à l'échouage sur les rives du fleuve, entre Quillebœuf et Villequier, un jour de grande marée équinoxiale, le mascaret du soir le fera périr à peu près infailliblement, lui et toute sa suite maritime.

N'est-il pas curieux que le mascaret de la Seine, pour ainsi dire aux portes de Paris, ait été connu plus tard que celui de l'Amazone? Il a été mentionné pour la première fois dans la prose éloquente de Bernardin de Saint-Pierre. Cet admirable observateur de la nature décrit avec une rare précision *la montagne d'eau qui vient du côté de la mer en se roulant sur elle-même, occupant toute la largeur du fleuve, et surmontant ses rivages à droite et à gauche avec un fracas épouvantable*. Suivant l'imagination poétique de l'auteur, la Seine est une nymphe que Neptune amoureux poursuit

à grand bruit en soulevant les flots qui forment la barre.

Dirai-je que l'expérience que chacun peut faire en agitant l'eau d'une mare ou celle qui est emprisonnée dans un canal en bois dont le fond va en se relevant, confirme toutes les prévisions de la théorie, et reproduit en petit le mascaret et toutes ses circonstances? Rien n'est à négliger de ce qui peut entraîner une complète conviction dans la théorie des forces de la nature, et faire passer de l'*inquiétude* de la recherche à la *sécurité* de la vérité connue. Serait-on bien sûr, par exemple, de la théorie de l'arc-en-ciel, si, au moyen des gouttes d'eau que l'on fait jaillir soi-même en plein soleil, on n'avait pas reproduit dans toutes ses particularités ce brillant météore? Les expériences de cabinet sont modestes, mais utiles, donc estimables. N'est-ce pas en réparant le mauvais modèle de machine à vapeur d'un cabinet de physique, que Watt découvrit la machine à vapeur travailleuse, cette ouvrière universelle et infatigable, dont notre compatriote et confrère de l'Institut, M. Seguin, a fait plus tard la *locomotive*, transformant, pour ainsi dire, une lourde bête de somme en un cheval de course, aussi rapide dans sa marche qu'énergique dans son travail?

Platon et son école métaphysique pensaient que c'était faire déroger la géométrie que de l'appliquer, comme en Égypte, à l'arpentage des terres. Un philosophe du dernier siècle, encore plus orgueilleux, disait à peu près ce qui suit : « Quand un penseur trouve une application utile de ses théories, il en fait part à la multitude qui l'emploie selon ses intérêts, et *de là naissent*

*les arts que l'on jette au peuple pour lui apprendre à respecter la philosophie.* » Dans notre siècle heureusement utilitaire, on n'est pas si dédaigneux. Ceux qui nous ont donné les moteurs par l'eau et le feu, le télégraphe électrique, la photographie, l'éthérisation, les théories agricoles et tant d'autres honneurs de la civilisation moderne, ont estimé à sa valeur ce qu'ils *jetaient* au peuple, lequel les en a convenablement remerciés. Adoptons donc la belle maxime de Pline : *Pour l'homme, c'est être Dieu que d'être utile à l'homme !*

Mais, dira-t-on, à quoi peut servir la connaissance des lois des mouvements du flot dans les rivières à marées ? Demandez-le aux constructeurs des grands travaux qui, sur les rivières d'Écosse et dans la Tamise même, ont obtenu que les bâtiments du commerce franchissent d'une seule marée le chemin qu'ils mettaient autrefois deux ou trois jours à parcourir. Demandez-le aux travaux qui se font aujourd'hui dans les parages ravagés jusqu'ici par la barre de la Seine, coulant bas les navires et détruisant les prairies elles-mêmes avec une force irrésistible. M. Arago, consulté officieusement par un de nos ingénieurs sur ces travaux, lui disait : « Dans le Gange, à ses nombreuses embouchures, on a observé que les vaisseaux à flot dans une eau profonde ne souffrent point du mascaret, du bore, qui fait couler bas les bâtiments échoués ou stationnés dans une eau peu abondante. Tâchez donc de donner de la profondeur au lit de la Seine. » C'est ce qu'on a fait en rétrécissant le lit du fleuve au-dessus de Quillebœuf, et le succès paraît devoir couronner ces utiles tentatives. Tous ceux qui, en descendant la Seine, ont vu, à plusieurs kilo-

mètres, dans les vastes et riches prairies du nord et du sud, les mâts encore subsistants des navires qui s'y sont perdus autrefois quand le courant y passait, ou ceux qui ont navigué à la vapeur dans les localités mêmes que, peu d'années auparavant, ils avaient parcourues à cheval, au milieu des cultures les plus productives et des mille têtes d'élèves de bestiaux de toute espèce, sentiront la haute importance de ces applications de la science des mouvements extraordinaires des eaux de la mer.

Mais, pour quitter, en finissant, le domaine des intérêts matériels et revenir à la contemplation de la nature, qui n'a point observé sur le rivage de la mer cet interminable brisement des vagues qui viennent sans cesse à la côte, et reculent ensuite après s'être étalées sur le sable et les cailloux de la grève? Dans leur grande variété d'aspect, elles ont toutes cependant une analogie de forme qui exclut l'idée de hasard et annonce une loi. Cette loi, qui modèle une humble vague qui brise, est exactement la même que celle qui produit la redoutable barre de flot. La petite vague plate qui aborde le rivage éprouve les effets de la moindre profondeur. Sa tête retardée est gagnée de vitesse par sa partie postérieure : de là le renflement de la tête, son roulement sur elle-même avec ou sans panache d'écume, et enfin son étalement sur la pente peu inclinée du rivage. C'est encore un des tableaux tracés fidèlement par Homère. Il décrit, en plusieurs endroits, les vagues arrivant à la terre, se gonflant et s'arrondissant ensuite ; ensuite s'empanachant d'écume, et enfin rejetant cette écume sur la grève qu'elles baignent, en rejetant aussi les herbes

marines et les corps étrangers. Ici, comme partout ailleurs, nous retrouvons le type habituel de la nature qui produit un grand nombre d'effets avec un petit nombre de causes.

Permettez-moi enfin, Messieurs, de compter parmi les plus heureux résultats de mes longues observations sur les mouvements extraordinaires de la mer, l'honneur que j'ai aujourd'hui d'en exposer l'ensemble devant cette assemblée d'élite, dans la séance publique des cinq Académies de l'Institut de France.

# LES COMÈTES

## AU DIX-NEUVIÈME SIÈCLE.

# LES COMÈTES

## AU DIX-NEUVIÈME SIÈCLE (1).

Depuis l'antiquité la plus reculée jusqu'aux travaux de Newton, en 1680, les comètes ont été considérées comme des présages de malheurs publics. Leur aspect si différent de celui des autres corps célestes, leur marche bizarre au travers du ciel et dans des régions inaccessibles aux planètes, leur courte apparition, tout concourait à les faire regarder comme des prodiges. « Tel, dit Homère, on voit briller un de ces astres que Jupiter aux pensées profondes envoie en présage soit aux expéditions maritimes, soit aux grandes armées de terre. L'astre est éclatant, et on en voit jaillir des traînées d'étincelles. » Virgile et tous les poëtes latins, jusqu'à Claudien, qui a paraphrasé les vers d'Homère,

(1) Les pages que l'on va lire, écrites pour une des dernières séances publiques de l'Institut, se rattachent à une série de travaux où l'auteur aura occasion de revenir sur l'ensemble des questions relatives aux comètes. Quant à certaines influences mystérieuses dont il est dit un mot à propos des influences attribuées aux comètes, il y aurait encore là le sujet d'une étude spéciale qui l'occupera peut-être ici quelque jour.

se sont épuisés en épithètes funestes, et jusqu'au XVII[e] siècle les comètes furent pour le genre humain le triste pronostic des maux dont la colère céleste menaçait l'humanité. Seul ou presque seul, le philosophe Sénèque opposa sa puissante logique aux idées superstitieuses de ses contemporains et de ceux qui avaient vécu dans les siècles antérieurs. Les comètes, suivant lui, se meuvent régulièrement dans des routes prescrites par la nature, et, jetant un regard prophétique vers l'avenir, il affirme que la postérité s'étonnera que son âge ait méconnu des vérités si palpables. Il avait raison contre le genre humain tout entier, ce qui équivaut à peu près à avoir tort, et pendant seize siècles encore la question ne fit aucun progrès, même dans ce XVI[e] siècle si hardi pour secouer le joug d'autorités bien autrement puissantes. Kepler lui-même après 1600, Kepler le libre penseur, le novateur astronomique, l'inventeur des lois qui règlent les mouvements célestes, admit les pronostics et les influences cométaires; et cependant on ne peut pas reprocher une faiblesse superstitieuse à celui qui osait dire aux théologiens attaquant la doctrine de Copernic et de Galilée : Ne vous compromettez pas avec les vérités mathématiques. La hache à qui l'on veut faire couper du fer ne peut pas ensuite entamer même le bois.

Les observateurs du ciel, habitués à la grande régularité des mouvements des astres, à ce calme, à cette paix qui caractérisent les régions célestes, ne pouvaient voir sans surprise et sans effroi des astres qui semblent éclore subitement dans toutes les régions du ciel, dont la forme et les appendices diffèrent en aspect des autres

astres, qui semblent suivis ou précédés de traînées lumineuses souvent immenses, enfin dont la marche, contraire à celle de tous les autres corps célestes mobiles, se termine par une disparition aussi brusque que leur arrivée a été subite. Il n'est point étonnant que la crainte prît naissance entre l'étonnement et l'ignorance, tant il est naturel de voir des prodiges dans les choses qui paraissent extraordinaires et inexplicables.

Pour faire disparaître le prodige, il fallait donc avoir les lois du mouvement des comètes : c'est ce que fit Newton à l'occasion de la grande comète de 1680. Ayant trouvé que, d'après la loi de l'attraction universelle qu'il avait découverte, la marche de la comète devait être une courbe très-allongée, il essaya, aidé de Halley, son collaborateur et son ami, de représenter mathématiquement la marche de l'astre nouveau, et il y réussit complétement. Halley s'empara activement de cette branche de l'astronomie, et reconnut plus tard que la comète de 1682 était tellement semblable, dans sa marche autour du soleil, à deux comètes précédemment observées en 1531 et en 1607, que c'était sans doute la même comète, qui dès lors devait reparaître vers 1750.

Par les travaux théoriques de Newton et par les calculs de Halley, la prédiction de Sénèque était accomplie : les comètes, ou du moins quelques-unes d'entre elles, suivaient des orbites régulières. Leur retour pouvait être prévu ; elles cessaient d'être des existences accidentelles : c'étaient de vrais corps célestes à marche fixe et réglée. Le merveilleux cessait, ou plutôt il passait au génie qui avait percé le mystère de la nature ; car, après la puissance créatrice et organisatrice du

monde, le premier rang appartient à l'intelligence qui a pénétré la pensée du Créateur.

Comme l'histoire de cette comète, qui porte le nom de Halley, se trouve curieusement mêlée à l'histoire des opinions et des événements humains, il ne sera pas sans intérêt d'en tracer une légère esquisse depuis les siècles passés jusqu'à nos jours. Par sa dernière apparition en 1835, elle appartient essentiellement au XIX[e] siècle.

M. Hind, aidé des déterminations des cométographes anciens, des annales astronomiques chinoises traduites par Édouard Biot, et des travaux de M. Laugier, a pu suivre cette comète dans toutes ses apparitions jusqu'à l'an 12 avant notre ère. Depuis cette époque jusqu'en 1835, la comète s'est montrée vingt-quatre fois à la terre, ce qui fait une apparition tous les soixante-dix-sept ans. Voyons de quels événements elle était témoin, et même presque acteur, en 1456, à l'une de ses apparitions. Les musulmans, avec Mahomet II à leur tête, assiégeaient Belgrade, défendue par Huniade, surnommé l'Exterminateur des Turcs. La comète de Halley paraît, et les deux armées sont prises d'une égale crainte. Le pape Calixte III, frappé lui-même de la terreur générale, ordonne des prières publiques, et lance un timide anathème sur la comète et sur les ennemis de la chrétienté. Il établit la prière dite *Angelus de midi*, dont l'usage continue encore dans toutes les églises catholiques. Les frères mineurs amènent 40 000 défenseurs à Belgrade, assiégée par le conquérant de Constantinople, le destructeur de l'empire d'Orient. Enfin la bataille se livre; elle dure deux jours sans désemparer. Une mêlée de deux jours fait périr plus de 40 000 combattants. Les frères

mineurs, sans armes, le crucifix à la main, étaient aux premiers rangs, invoquant l'exorcisme du pape contre la comète, et détournant sur l'ennemi la colère céleste, dont personne ne doutait alors qu'elle ne fût une manifestation. Quels rudes astronomes! Enfin, Mahomet II, grièvement blessé, se retire avec une immense perte, abandonnant dans sa fuite tout le matériel du siége, tandis que le vainqueur Huniade meurt des suites de la fatigue qu'il a éprouvée dans un combat, ou plutôt dans une boucherie humaine de vingt-quatre heures consécutives. Voilà de puissants effets d'opinions scientifiques!

Mais remontons plus haut dans l'histoire de cette comète. Elle apparaît au mois d'avril 1066. Les Normands ont à leur tête leur duc Guillaume, surnommé depuis le Conquérant, et sont prêts à envahir l'Angleterre, dont le trône a été usurpé par Harold, malgré la foi jurée à Guillaume. Personne ne doute que la comète ne soit le précurseur de la conquête. Nouvel astre, nouveau souverain. *Nova stella, novus rex!* Tel était le proverbe du temps. Je n'aurais que le choix entre les chroniqueurs qui disent unanimement : Les Normands, guidés par une comète, envahissent l'Angleterre. Ainsi l'un des rayons de la brillante couronne de la reine Victoria est emprunté à la comète de Halley.

Je dois à l'érudition obligeante du savant bibliothécaire de l'Institut la communication du *fac-simile* de la fameuse tapisserie de Bayeux, où la reine Mathilde, femme du conquérant, et sans doute aussi les femmes qui la servaient, ont dessiné les principales scènes de la conquête, avec des légendes en assez bon latin. On y

voit Harold intronisé et recevant les hommages du clergé, de la noblesse et du peuple. Tout à côté une foule de gens tend les bras et les yeux vers une comète qui brille sur leur tête, et dans le même compartiment Harold sur son trône, soucieux, le corps et la tête penchés, reçoit des nouvelles de l'apparition céleste qui le menace. — Voilà qui est bien composé, me disait un membre de l'Académie française, qui suivait avec moi ce curieux dessin. — Ces idées d'influences cométaires, si chimériques aujourd'hui pour nous, étaient dans les siècles précédents d'importantes réalités qui décidaient du sort des nations et des rois. — Encore un exemple de l'influence de la comète de Halley ! Nous sommes en 837, sous le règne de Louis le Débonnaire, triste fils et successeur de Charlemagne. Pour abréger, je laisse parler un chroniqueur : « Louis était astronome. Ayant observé une comète en 837, il crut qu'elle lui annonçait de nouveaux malheurs, et tomba dans une mélancolie qui n'eut de fin que celle de sa vie. » Aujourd'hui, dire d'un personnage qu'il est astronome, ce serait précisément dire qu'il n'a aucune peur des comètes. Au reste, l'empereur Louis I^er^ survécut à l'apparition de la comète jusqu'en 840, et s'épuisa en fondations religieuses ; il bâtit des églises et dota des monastères pour détourner de dessus sa tête la colère du Ciel, évidemment manifestée par la comète de Halley, que nous allons retrouver encore en France au milieu du siècle dernier, sous le règne de Louis XV, faisant naître de bien autres préoccupations dans l'esprit public.

Halley avait calculé à grand'peine que l'action des planètes retarderait le prochain retour de la comete, et

il l'avait prédit pour la fin de 1758 ou le commencement de 1759. Il fallait avec les formules mathématiques perfectionnées calculer exactement l'époque de ce retour. Clairaut entreprit et accomplit en maître la partie algébrique du problème; mais il restait la tâche immense de calculer numériquement les formules. Deux calculateurs eurent ce courage. C'étaient l'astronome Lalande et Mme Hortense Lepaute, qui, par parenthèse, a donné son nom à l'hortensia, rapporté des Indes par l'astronome Legentil. Pendant six mois, prenant à peine le temps de manger, les deux calculateurs mirent en nombres les formules algébriques de Clairaut, et, au mois de novembre 1758, celui-ci annonça publiquement le retour de la comète pour les premiers mois de l'année suivante. A quelques jours près, la comète fut exacte au rendez-vous, au grand honneur de la loi de l'attraction, comme à celui de Newton et de ses successeurs dans la souveraineté de la science. La comète rentra ensuite dans les espaces célestes, ajournant sa prochaine visite à l'année 1835; mais alors, nouveau changement dans l'opinion des savants et du public !

Tant que les comètes, depuis Aristote, Hipparque, Ptolémée, Tycho-Brahé, Kepler, Cassini, avaient semblé jeter à l'esprit humain un défi intellectuel et lui dire : Tu ne connais pas la loi qui me guide ! — une attention anxieuse avait suivi leurs pas. En 1835, tout était connu. Le savant n'avait plus rien à apprendre, l'homme du peuple n'avait rien à espérer ni à craindre. Il n'y avait plus pour le premier un reproche d'ignorance, pour le second un péril de superstition. Tout le monde disait : Comète, que me veux-tu ? Tout récemment, pour

la troisième comète de cette année 1853, qui le 31 août brillait au couchant d'un grand éclat à huit heures du soir, par un crépuscule qui aurait éteint toute étoile ou planète, le peuple de Paris qui passait en foule sur les ponts jetait sur ce bel astre un regard de quelques instants en ajoutant : « C'est *sur le journal*, il y a trois mois qu'on la voit à l'Observatoire ! » Je doute fort que la comète de Halley, à son prochain retour, excite davantage l'attention publique. C'est le *cui bono?* de Cicéron, c'est-à-dire dans quel but d'intérêt s'en occuperait-on ? Non, jamais plus les reines ne dessineront cette comète sur leurs tapisseries, car jamais plus elle n'aura donné le trône aux conquérants.

Combien y a-t-il de comètes dans le ciel ? Autant que de poissons dans l'Océan, répondait Kepler. Ceux qui ne sont pas initiés au progrès des sciences ne se font guère l'idée du nombre de comètes qu'aujourd'hui, en plein XIX[e] siècle, on découvre dans le ciel. La présente année 1853, si rebelle aux travaux astronomiques, nous en a déjà donné quatre. L'année 1846 en a fourni huit. Tandis que les astronomes du siècle dernier en avaient observé soixante-quatre, les modernes, depuis 1801 jusqu'à 1851, c'est-à-dire dans la première moitié du XIX[e] siècle, en ont déjà catalogué quatre-vingts. Il y a à peu près en tout six cents comètes bien observées à partir du commencement de notre ère. Depuis quelques années, on en découvre en moyenne trois ou quatre par an. On voit donc que si l'on rattachait comme autrefois les événements politiques et naturels à ces astres, ce seraient aujourd'hui les événements qui manqueraient aux comètes, tandis que c'était le contraire dans le moyen âge.

Les astronomes, ou plutôt les astrologues, parmi lesquels je regrette sincèrement de trouver Kepler, en étaient réduits à dire que les comètes ne faisaient souvent que déposer le germe des événements qui se produisaient ensuite.

Jusqu'au commencement de ce siècle, la seule comète de Halley était reconnue périodique et avait été revue deux fois. Trois autres comètes semblables sont venues enrichir notre système solaire de trois nouveaux astres soumis au domaine de notre soleil comme les planètes : ce sont les comètes qui portent les noms de Encke, de Biéla et de notre compatriote et confrère M. Faye. Ces trois comètes sont les seules qui aient été revues deux fois. La dernière a même offert, suivant M. Hind, cette curieuse particularité, qu'elle est revenue au périhélie à l'heure même indiquée par les calculs de M. Le Verrier. Neuf ou dix autres comètes sont attendues à leur second retour, pour établir ou pour infirmer la théorie de leurs mouvements autour du soleil : mais que dirai-je de la grande comète du XIX[e] siècle, attendue en 1848, et qui, à l'heure qu'il est, n'a pas encore reparu ?

En 1556, une grande et belle comète apparaît. Charles-Quint, qui temporisait pour son abdication, n'hésite plus : c'est à lui seul que la comète s'adresse, comme au plus illustre de tous les souverains d'alors. Il espère que l'influence qui le menace comme tête couronnée n'aura plus de prise sur un homme privé, sur un moine. Il se hâte de se rendre en Espagne, au monastère où il doit encore vivre près de deux ans. Tout ceci n'a rien d'étonnant : c'est l'esprit, ce sont les croyances du siècle ; mais au milieu du siècle dernier, on calcule

cette comète de Charles-Quint, et on la trouve analogue à d'autres comètes qui, à trois cents ans de distance, se sont montrées dans le ciel. Toutes sont très-brillantes, pourvues de traînées lumineuses ou queues immenses ; l'aspect physique et la marche sont les mêmes. On calcule donc le retour de cette grande comète pour 1848. Point de contradicteurs ; ce retour est inscrit dans tous les livres d'exposition scientifique. Plusieurs astronomes, un peu avant 1848 et depuis, cherchent inutilement cette précieuse comète de trois cents ans de révolution et qui serait une si belle acquisition pour notre système solaire ; mais déjà 1848, 1849, 1850, 1851, 1852 et presque tout 1853 se sont écoulés, et nous n'avons point de nouvelles de l'astre tant attendu, tant espéré. Sans doute personne ne perdra l'appétit et le sommeil à la triste nouvelle astronomique que je révèle ici ; mais cependant, si les lois de l'attraction sont réelles, si ces lois qui dirigent la lune autour de la terre, les planètes et les comètes autour du soleil, les étoiles doubles elles-mêmes aux confins du ciel étoilé à des distances qui confondent l'imagination, sont vraies, pourquoi la comète de 1556 ne reparaît-elle pas ? Le voici :

A côté de l'influence prépondérante du soleil se place l'action bien plus faible, mais cependant sensible, des planètes, comme Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, qui fausse un peu la régularité de la marche des comètes autour du soleil. Il restait donc, pour savoir à quoi s'en tenir sur le compte de la comète de trois cents ans, il restait, dis-je, à faire pour cette comète ce que Clairaut, Lalande et M[me] Lepaute avaient fait pour la comète de

Halley à son retour de 1769. Mais qui oserait tenter une entreprise si gigantesque pour une orbite parcourue en trois cents ans, tandis que pour soixante-dix-sept ans la difficulté des calculs était presque inabordable? M. Hind nous apprend qu'un astronome de Middelbourg, en Zélande, M. Bomme, animé par une de ces passions froides qu'on dit être encore plus énergiques que les passions ardentes, a entrepris et accompli ce travail herculéen avec *une immense dépense de temps et de labeur*. Le résultat a bien payé sa persévérance : il a trouvé que le retour de la grande comète du milieu de ce siècle serait retardé de dix ans, et qu'avec une incertitude seulement de deux ans, nous aurions la comète en 1858. L'incertitude provient des observations peu exactes de Fabricius, astronome de Charles-Quint, et sans doute plus actif à tirer des pronostics de la comète qu'à en fixer bien exactement la marche. Or, quand une fois ce bel astre aura été conquis, on ne le perdra plus, et tous les trois cents ans on recevra infailliblement sa visite. Attendons-le donc patiemment et sûrement de 1856 à 1860. Les faiseurs de revues théâtrales, qui spéculent sur tout ce qui attire l'attention de la société, peuvent, dès aujourd'hui, tailler leur plume et se préparer pour la comète de Charles-Quint. A ce propos, je dirai combien je fus frappé, en 1835, de la pauvreté d'imagination de ceux qui mirent sur le théâtre la comète de Halley, qui nous fait à peu près quatre visites en trois siècles. Quoi! pas une allusion aux nations qui précédemment avaient vu la comète, et que la comète avait elle-même frappées de ses rayons! Pas un souvenir du siècle de Louis XV, du siècle de Mahomet II, du

siècle de Guillaume le Conquérant, du siècle de Charlemagne! Je disais hautement alors : Si les savants ont le droit de n'avoir point d'imagination, ces auteurs dramatiques-là empiètent sur les droits de la science.

Sortons des moyens artistiques de second ordre, et voyons ce que trouvera la comète de Halley à son prochain retour sur la terre, en 1911. Sans doute, dans notre Europe, tout marchera sous les lois de la sagesse, de la raison et de la science; mais ce qui est bien plus certain, c'est qu'en Amérique, à cette époque, une ville de plusieurs millions d'âmes, comme autrefois Rome, Alexandrie ou Constantinople, ou comme aujourd'hui Londres, vérifiant les prévisions de M. Ampère fils, occupera l'isthme de Panama. Les États-Unis compteront cent vingt-cinq millions de citoyens, et au retour subséquent de la comète de Halley, vers 1988, ils en compteront comme l'Europe, qu'ils surpassent en étendue, en fertilité et en activité laborieuse, deux cent cinquante millions. Un astronome du milieu du XVI^e siècle s'excusait de pousser ses calculs jusqu'à 1600, comme à un futur incommensurablement éloigné. Depuis lors, trois siècles se sont écoulés. Dans la vie des nations, comme dans celle des sciences, 1800, c'est hier; 1900, c'est demain!

Au risque de paraître trop *scientifique*, je dirai en deux mots que les comètes, en perdant de leur influence populaire, en ont acquis une très-grande et très-nouvelle dans la science positive par les questions précédemment insolubles qu'elles nous ont permis d'aborder. Déjà, avec les perturbations du mouvement de la comète de Encke, on a pesé la planète Mercure; résultat ines-

péré ! Plus tard, on vérifiera le poids déjà connu de la terre au moyen de la comète de Biéla. Celle de Faye nous dira un jour la masse de Mars. Enfin M. Séguin, qui a donné la vie et la force aux locomotives, a entrevu et fait concevoir l'espérance que les comètes, traversant au hasard toutes les régions qui entourent le soleil, nous révéleraient par les dérangements que leur marche éprouve l'existence et la quantité de cette matière chaotique qui circule avec les planètes autour de notre astre central et qui nous fournit ces curieuses masses météoriques appelées si justement *pierres tombées du ciel.* Ce sont de véritables échantillons du monde primitif avant que la matière solaire se fût conglomérée en planètes et en lunes, mais non pas en comètes, lesquelles sont des étrangères fixées au milieu des planètes, et qui n'ont avec elles aucun trait de ressemblance.

Les nations, affranchies des craintes superstitieuses qu'elles concevaient à la vue des comètes, sont-elles maintenant devenues plus sages et plus éclairées ? Nous qui avons secoué le joug de l'astrologie, paraîtrons-nous aux yeux de la postérité plus exempts de préjugés que nos pères ? Leurs croyances étaient fausses, mais non ridicules. J'ai bien peur, à voir l'interprétation qu'on a donnée à ce fait des tables tournantes, si curieux au point de vue de la physiologie et de la mécanique, que nos croyances ne soient jugées un jour et fausses et ridicules ! « Comment pouvait-on croire aux comètes ? me disait un homme de la classe *très-éclairée* de la société. En vérité, je serais tenté de donner un démenti à l'histoire ! Adieu, on m'attend à une admirable soirée de tables intelligentes. Oh ! ce sont de vrais prodiges que

ceux-là ! » Que dire à de pareilles convictions ? Attendre que la fièvre se calme, que la frénésie s'en aille et que la raison malade entre en convalescence.

Si l'homme, pris en masse, est et sera toujours le même, avide de merveilleux et surtout d'émotions, il importe d'opposer à ces épidémies de crédulité passionnée l'influence d'un nombre considérable de têtes calmes et pensantes qui résistent à l'entraînement universel et veillent à l'honneur du bon sens public. C'est là une des importantes missions de la presse quotidienne, et dans la dernière éclipse de la raison (je dirais presque totale), la presse quotidienne n'a-t-elle rien eu à se reprocher ? Les croyances astrologiques de nos aïeux nous font aujourd'hui sourire de pitié ! Et cependant n'était-il pas plus noble de rattacher les destins des nations aux influences célestes des planètes et des comètes que d'aller demander des oracles à un meuble des plus communs, à un objet d'équipement, à un ustensile de cuisine ? C'est rivaliser de fétichisme avec les races les plus dégradées de l'espèce humaine.

# TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

# TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

*Fulminis acta modo.*
Transmis avec la rapidité de la foudre.
VIRGILE.

La télégraphie électrique a pour but d'envoyer, au moyen des courants électriques, des signaux à de grandes distances. La France semble devoir être le pays le plus favorable aux communications télégraphiques. Les télégraphes aériens de Chappe ont fait jusqu'à nos jours honneur à la France, ainsi que le reconnaît un auteur anglais, et l'usage de ces appareils n'est point encore abandonné. Ils ne redoutent que les temps de brouillard, qui interceptent la vision des flèches mobiles qu'ils emploient. Quoique la rapidité de transmission des dépêches par cette voie parût, vers la fin du siècle dernier, tout à fait admirable, elle n'est rien, comparée à la vitesse de l'électricité sur les fils conducteurs, car on sait par des expériences précises, et dont l'initiative est due à M. Wheatstone, que le courant électrique, en une seconde de temps, ferait plusieurs fois le tour de la terre.

Et d'abord, qu'est-ce que c'est que l'électricité?

Il y a en général trois manières de définir : par étymologie, par énumération, par théorie.

L'électricité a emprunté son nom de la substance ap-

pelée par les Grecs *électron*, par les Latins *succin*, et par les Arabes *carabé*. Le *succin* ou ambre jaune est une résine fossile qui, comme toutes les résines, s'électrise par le frottement. Si le lecteur veut bien prendre un bâton de cire à cacheter ordinaire et le frotter sur une étoffe quelconque en allant toujours dans le même sens, il verra que ce bâton ainsi électrisé attire fortement les fils ordinaires et les corps légers dont on l'approche. Cette propriété était connue dans l'école de Thalès cinq ou six siècles avant notre ère. C'est seulement dans le siècle dernier que l'on découvrit que l'action d'un corps électrisé pouvait être transmise au loin par un fil métallique convenablement supporté et isolé. L'expérience est de Gray et de Wheler.

Définir l'électricité par l'énumération de ses effets serait une tâche bien vaste aujourd'hui, où l'on a reconnu qu'il n'est à peu près aucun phénomène de la nature vivante ou inorganique, — dans l'atmosphère, sur la terre, sur les mers, — où son action ne vienne se mêler, sans compter les orages de foudre où l'électricité joue le principal rôle. Disons seulement, en ce qui se rapporte à notre sujet, que l'électricité, quelle que soit sa nature ou son origine, est susceptible d'être transmise à toute distance le long des fils métalliques, et qu'elle s'y propage avec une rapidité presque infinie.

Enfin, si nous voulons définir théoriquement l'électricité, nous concevrons cet agent comme un fluide excessivement léger, susceptible de se répandre, de couler pour ainsi dire le long des corps conducteurs, de manière à en atteindre instantanément les extrémités les plus éloignées par une espèce de courant, dont l'é-

coulement donne naissance à des actions mécaniques, physiques, physiologiques, en traversant les différents corps. Au milieu du siècle dernier, la commotion nerveuse produite par l'appareil nommé *bouteille de Leyde* appela l'attention du public sur l'électricité agissant ainsi sur l'homme et sur les animaux, et la phrase *se faire électriser* indique encore l'effet de cette expérience sur l'homme. Plus tard, Franklin ayant soutiré l'électricité des nuages et inventé les paratonnerres, l'attention resta fixée sur cette branche importante de la physique.

Tout à la fin du dernier siècle, Volta, en empilant plusieurs disques de deux métaux différents, séparés par des disques non métalliques, mit au jour un appareil merveilleux, qui non-seulement produit de l'électricité, mais qui la renouvelle continuellement dès qu'elle s'est écoulée par un fil métallique. Voilà notre courant télégraphique : un appareil de Volta, une pile électrique, à Paris, étant armée à sa partie supérieure d'un fil de fer ou de cuivre qui va porter l'électricité jusqu'à Marseille, produit un courant continu, allant de la première de ces villes à l'autre, en sorte que, si l'on avait un moyen de savoir quand le courant passe ou ne passe pas par le fil, ou pourrait, en lançant ou arrêtant à Paris le courant électrique, faire des signaux à Marseille, ou même à une distance bien plus grande, et cela instantanément.

Or c'est précisément ce que nous pouvons faire au moyen de la découverte d'Œrsted, physicien danois, qui, en 1820, trouva que, quand on fait parcourir un fil métallique à un courant parti d'une pile de Volta, il annonce son passage en agitant une aiguille aimantée

placée près du fil métallique et le long de celui-ci. Pour faire donc un signal de Paris à Marseille, nous aurons, près de l'extrémité du fil qui est dans cette dernière ville, une aiguille aimantée, et, par les mouvements qu'elle prendra quand nous enverrons le courant, nous aurons le signal de Paris. Pour faire de ces signaux un véritable alphabet, nous conviendrons que les lettres A, B, C, etc., seront représentées par un certain nombre de mouvements de l'aiguille à droite ou à gauche. Tel est le fondement et la manière de procéder du télégraphe dit *télégraphe anglais*, parce qu'il est à peu près exclusivement employé de l'autre côté de la Manche. La première indication de ce télégraphe fut donnée par l'illustre Ampère, ainsi que nous le verrons tout à l'heure. Dans les premières années qui suivirent l'invention de la pile de Volta, Sœmmering proposa de faire des signaux par la pile voltaïque en faisant agir chimiquement le courant à une grande distance sur des matières décomposables par l'électricité; mais il était fort douteux que l'énergie chimique du courant fût capable de se transmettre efficacement à de grandes distances.

Après Volta, qui trouva la pile électrique et son courant; après Œrsted, qui découvrit l'action du courant sur l'aiguille aimantée, viennent les travaux de M. Arago, qui reconnut que le courant produisait des aimants très-énergiques par son action sur des barreaux de fer doux entourés de fils conducteurs de l'électricité. Une fois en possession de cette énergique action, la télégraphie électrique a tout osé. Elle a fait parcourir à des aiguilles analogues à des aiguilles de montre les divers points d'un cadran où sont écrits les lettres et les chiffres que l'on

veut indiquer à son correspondant. Ce que le courant fait à Paris, il le fait à Marseille, et l'indication du cadran de Paris se répète fidèlement à 1000, à 2000, à 3000 kilomètres. Bien plus, comme l'aimant instantané produit dans l'expérience de M. Arago peut être rendu plus ou moins énergique à volonté, on peut développer assez de force pour faire imprimer la lettre que l'on a amenée devant le papier à dépêches, ou bien on peut marquer sur ce papier des points, des traits, des combinaisons de ces deux signes, soit avec de l'encre, soit à la pointe sèche en rayant ou perçant le papier: en un mot, l'action de l'aimant qui peut tirer, pousser, frapper, presser, etc., doit être considérée comme l'action d'une main que l'on pourrait étendre de Paris à Marseille ou de New-York à la Nouvelle-Orléans, c'est-à-dire à plusieurs 1000 kilomètres de distance.

On peut facilement imaginer que, les premiers principes de Volta, d'Œrsted, d'Arago une fois livrés au public, la spéculation industrielle s'en empara, et épuisa tout ce que le génie de l'homme, activé par la beauté du sujet ou par le mobile de l'intérêt, peut inventer de plus ingénieux et de plus utile. Ce serait la matière de plusieurs volumes que d'essayer de faire connaître, même sommairement, tout ce qui a été fait dans ce genre et tout ce qu'on y ajoute journellement. Dans l'état actuel de la télégraphie électrique, on peut, pour quelques centaines de francs, se procurer le plaisir d'établir dans son domaine, entre deux bâtiments même fort éloignés, deux postes télégraphiques à cadrans avec des sonneries pour avertir qu'on veut correspondre ou transmettre des ordres, ces transmissions se faisant par des

indications de lettres et de chiffres ordinaires qui n'offrent aucune difficulté à envoyer ou à recevoir et à lire.

Après les États-Unis, où la télégraphie électrique a dû prendre un prodigieux développement, puisque cette nation a un continent tout entier pour territoire, c'est en Angleterre, dans un territoire au contraire très-peu étendu, que l'activité commerciale a considérablement développé l'emploi du télégraphe électrique. Commençons cependant par la France.

Ce n'est guère que depuis 1850 que notre pays est entré sérieusement dans la voie de la télégraphie électrique. Cette belle branche de la science et de l'industrie y prend aujourd'hui un rapide développement. Strasbourg, Lyon, Marseille, Bordeaux, Nantes, le Havre, Calais, Dieppe, Toulouse, sont atteints, et de semaine en semaine, d'après le magnifique plan mis en exécution par notre belle administration télégraphique française, l'année 1853 ne se terminera point sans qu'on ait relié à Paris tous les chefs-lieux des départements au moins par deux communications électriques. L'École Polytechnique, appelée par ses élèves à concourir au perfectionnement de cette télégraphie scientifique, y portera, comme elle l'a déjà fait dans d'autres services.publics, la séve vigoureuse d'une instruction supérieure. Je ne puis oublier les services d'un savant et d'un praticien de premier ordre, M. Bréguet, qui a construit tout le matériel de France et celui de quelques autres États. M. Bréguet a su répondre dans ses constructions à toutes les exigences du service français, qui n'admet rien que de complétement satisfaisant, tandis qu'en Amérique on se contente trop souvent

d'approximations éloignées vers la perfection. Dans les nombreuses relations que j'ai pu avoir avec les chefs de corps qui dirigent tous les genres de services publics à l'étranger, j'ai toujours trouvé qu'ils reconnaissent la supériorité de marche et de capacité de nos services et de nos établissements français, et je pense que, pour la télégraphie électrique comme pour le reste, rien ne se fait hors de France avec plus de sûreté, de régularité, de probité, ou, en un mot, avec plus d'honneur.

Les signaux transmis en Angleterre par l'agitation d'une ou de deux aiguilles aimantées sont sujets à être troublés par des courants produits par des circonstances météorologiques, des orages, des aurores boréales ou de petites convulsions intérieures de la terre, peut-être même par les brusques variations de la température. En France, on fait exclusivement usage du télégraphe à aiguilles non aimantées et donnant leurs indications sur un cadran portant des lettres. Comme on est obligé de passer sur ces vingt-six lettres ou chiffres pour faire le tour du cadran, on a obtenu une accélération notable en ne mettant que huit indications sur le cadran, en sorte qu'en prenant un double cadran on a huit fois huit, c'est-à-dire soixante-quatre indications, ce qui dépasse tous les besoins de l'alphabet. Comme on opère des deux mains, la rapidité de transmission et de lecture devient très-grande dans ce cas, et peut atteindre, dit-on, près de deux cents lettres à la minute; mais dans l'usage ordinaire et avec la sûreté qu'exige le service français, soixante lettres par minute sont déjà une vitesse de transmission considérable, et c'est plutôt la difficulté de lire que celle d'écrire qui arrête la rapidité des communications, quoi-

que certains employés *lecteurs* arrivent à une promptitude de perception vraiment inconcevable.

Il n'y a donc en France que deux systèmes de télégraphes, l'un à cadran et à lettres, l'autre à deux cadrans et à deux aiguilles susceptibles chacune de huit positions. Il n'y a point jusqu'à présent de *télégraphes-imprimeurs :* s'il m'était permis de me prononcer là-dessus, je pense que notre système actuel sera longtemps suffisant pour l'activité probable des transmissions usuelles, et, pour aller plus vite, il serait peut-être plus avantageux d'opérer avec un double système de fils et de cadrans que de pousser un seul appareil à des vitesses qui excluent toute sûreté dans les signaux transmis.

Je ne fais aucun doute que d'ici à peu d'années la France, qui a déjà profité de l'expérience de l'Angleterre et de l'Amérique, aura établi des règles sûres pour guider tous les établissements futurs de télégraphie électrique. Il me semble qu'un bureau consultatif qui serait mis à même de provoquer des recherches expérimentales sur les points embarrassants de la pratique télégraphique servirait beaucoup au perfectionnement ultérieur et à la bonne exécution de tous les procédés actuels, en même temps qu'il aviserait aux moyens de remédier à toutes les causes de perturbations qui peuvent altérer la marche de ces admirables instruments. Pour n'en citer qu'un exemple, comment se fait-il que le monde entier ne soit pas encore fixé sur le mérite relatif du système des fils portés sur des poteaux ou déposés sous terre avec une enveloppe de gutta-percha, et comment ce procédé qui traverse les mers

n'a-t-il pas réussi dans la jonction de l'Observatoire de Paris à la station centrale du ministère?

Tout le monde sait qu'en Amérique on a fait un usage merveilleux du télégraphe électrique pour fixer la position des lieux en longitude. Au commencement de 1854, le télégraphe électrique nous donnera toutes les longitudes de France avec une admirable précision. Depuis l'établissement du câble sous-marin, M. Arago en France et M. Airy en Angleterre désiraient relier les observatoires des deux nations au moyen de la transmission d'un signal électrique. Cette jonction des deux principaux observatoires du monde, si facile aujourd'hui, avait déjà donné lieu à des travaux antérieurs très-pénibles et offrant des résultats peu concordants. Des astronomes français et anglais, MM. Herschel, Largeteau, Sabine et Bonne, s'étaient envoyé des signaux des deux côtés de la Manche au moyen de fusées lancées à plus de 1 kilomètre de hauteur sur les deux rivages opposés du détroit et observées en même temps dans les deux pays. Le signal électrique sera infiniment plus sûr et plus commode, et depuis quelques jours l'astronome royal d'Angleterre a fait savoir qu'il était en mesure de transmettre des signaux d'un observatoire à l'autre. A l'Observatoire de Paris, M. Arago et la télégraphie du ministère de l'intérieur étaient prêts depuis plusieurs mois. La différence des temps entre l'Observatoire de Paris et celui de Greenwich est considérée aujourd'hui comme étant de neuf minutes vingt et une secondes et demie. Il sera curieux de voir si les anciennes méthodes seront trouvées en défaut par l'infaillible électricité et de combien. Au reste, on ne se

figure pas ordinairement le peu d'espace qu'il suffit de franchir pour changer les heures. Rouen et Paris diffèrent de cinq minutes, en sorte qu'une montre réglée à Paris avance de cinq minutes quand on la porte à Rouen, et dans Paris même, deux points très-rapprochés, par exemple le Luxembourg et l'Ecole Polytechnique, diffèrent déjà de trois secondes de temps, dont la pendule bien réglée au Luxembourg retarde sur la pendule également bien réglée à l'Ecole Polytechnique. Un compteur transporté d'un de ces points à l'autre montre tout de suite ce désaccord. A l'occasion de ce qui se fait dans d'autres pays, j'aurai encore à signaler plusieurs des particularités d'établissement et de fonctionnement de la télégraphie française. Quant à la vitesse que les anciens attribuaient à l'agent physique de la foudre, qui depuis a été reconnu identique avec l'électricité ordinaire, c'est sans doute en voyant un éclair sillonner tout d'un coup une vaste étendue de nuages qu'ils ont pu juger de sa vitesse de transmission, car ils ne possédaient aucun des moyens de mesurer le temps qui ont permis d'attaquer de nos jours ce difficile problème.

En Angleterre, la *Compagnie de télégraphie électrique* a beaucoup étendu ses opérations dans ces dernières années. Il y avait, aux derniers mois de 1852, au delà de trois cents stations pourvues de télégraphes électriques, et l'une après l'autre toutes les administrations de chemins de fer ont senti la nécessité d'adopter cet utile auxiliaire. Aux principales stations commerciales, des employés sont en fonctions nuit et jour. On compte au moins cent stations pareilles, et dans les

autres moins importantes les dépêches ne se transmettent que de jour. La longueur des routes occupées télégraphiquement était, au mois d'août dernier, de 5000 à 6000 kilomètres; mais depuis cette époque, cette distance s'est considérablement accrue. En la portant à 8000 kilomètres, on serait sans doute encore au-dessous de la réalité. Le lecteur voudra bien se rappeler que le kilomètre français est tout juste la quarante-millième partie du contour de la terre, en sorte que les fils anglais font aujourd'hui en longueur la cinquième partie du contour de notre planète. Une seule compagnie a employé 4000 kilomètres de fil de fer galvanisé, et elle a cédé à d'autres entreprises une partie de ses droits, moyennant arrangement pécuniaire.

Dans le télégraphe anglais, les fils sont ordinairement d'un sixième de pouce de diamètre (un peu plus de 4 millimètres). Nos fils français ont à peu près la même dimension, savoir 4 millimètres. On a couvert tous les fils d'une mince couche de zinc par un procédé galvanique, pour les préserver de l'oxydation. 6 kilomètres $\frac{1}{2}$ d'un pareil fil, anglais ou français, pèsent à peu près une tonne, c'est-à-dire 1000 kilogrammes. Les poteaux qui supportent les fils, un peu plus rapprochés qu'en France, sont espacés de 60 mètres et garnis de pièces de porcelaine ou d'autres substances isolantes, pour que le fil ne touche pas immédiatement le bois du poteau, ce qui ferait perdre une partie du courant. La forme de ces pièces fait qu'elles sont abritées en dessous contre la pluie. A des intervalles de 400 mètres environ, il y a des appareils pour tendre ou relâcher les fils au degré convenable. En France, le

même espace est de 500 mètres. Le grand nombre de fils que l'on aperçoit le long des principales lignes de chemins de fer n'est pas nécessaire pour la transmission d'un message. Un simple fil peut y suffire ; mais les autres servent à diverses correspondances spéciales pour les diverses stations.

Le télégraphe *à aiguilles* aimantées est toujours le plus généralement employé en Angleterre. C'est, sinon le plus commode, au moins le plus sensible de tous ; mais c'est aussi celui qui se laisse le plus facilement déranger par les perturbations météorologiques. Les signaux se transmettent par les seules agitations imprimées à deux aiguilles aimantées. Malgré plusieurs perfectionnements, ce système, dit *système anglais*, est encore à peu près celui que MM. Cooke et Wheatstone mirent en usage, et qu'ils essayèrent même à Paris, sur le chemin de fer de Versailles. En général, la grande compagnie télégraphique anglaise a acquis les brevets de toutes les inventions et de toutes les machines patentées, de manière à les employer concurremment avec le télégraphe à aiguilles.

Il y a eu beaucoup de procès et de plaidoiries en Angleterre à l'occasion des droits établis par les brevets et patentes sur la télégraphie électrique ; mais on peut dire que toutes ces poursuites judiciaires ne sont rien en comparaison de ce qui a eu lieu aux États-Unis, où le système de la télégraphie électrique est développé sur une immense échelle. Les télégraphes le plus en usage dans cette contrée sont ceux de Morse, de Bain et de House, dont le système général consiste à imprimer, graver à la pointe sèche, tracer mécaniquement ou

chimiquement des lettres ou des alphabets de convention, en un mot à fournir une dépêche *écrite*, tandis qu'en France et en Angleterre la dépêche est toujours *lue* et ne laisse aucune trace. En 1837 et 1849, le professeur américain Morse prit sept brevets d'invention. Dans un procès soutenu par ses ayants cause en 1851, les preuves juridico-scientifiques formaient un volume de plus de 1 000 pages. Le nombre de pages pour les petits procès n'est ordinairement que de 300 à 400; mais il s'agissait de télégraphes qui emploient les fils conducteurs par 1 000 et 1 000 kilomètres (1).

---

(1) Une circonstance honorable pour la France, et sur laquelle on devra insister quand on fera l'histoire détaillée de la télégraphie électrique, c'est qu'après les noms de Volta, physicien italien, inventeur de la pile, et d'OErsted, qui trouva l'action de la pile sur l'aiguille aimantée, les principaux savants dont les découvertes ont donné la possibilité de transmettre des signaux au loin, soit par la lecture, soit par l'impression, sont Français. Les travaux de MM. Ampère et Arago sur l'électromagnétisme font une partie considérable de leur gloire et de celle de l'Institut et de la France même. Ampère, en 1822, énonce expressément l'idée du télégraphe électrique (*). « On pourrait se servir, dit-il, dans certains cas, de l'action de la pile sur l'aiguille aimantée pour transmettre des indications au loin. Il faut alors employer un fil conducteur assez gros, parce que le courant électrique s'affaiblit très-sensiblement dans les fils fins, quand la longueur du circuit est considérable; cet inconvénient n'a pas lieu avec un fil d'un diamètre suffisant; alors

(*) Voyez l'*Exposé des nouvelles découvertes sur le Magnétisme et l'Électricité*, par MM. Ampère et Babinet, p. 236. Le titre du paragraphe est *Télégraphe électromagnétique*.

Quelques-uns des systèmes de Bain et de Morse sont fondés sur un effet chimique, à peu près suivant le principe indiqué par Sœmmering. Une pointe métallique glisse sur un papier préparé chimiquement, et, suivant qu'on envoie ou qu'on supprime le courant, elle y trace des points, des traits allongés, des doubles ou triples points ou des traits simples et doubles qui font un alphabet facile à lire, et on a de plus l'avantage de conserver *écrits* les mots ou les dépêches transmis. Ces traits et

---

l'aiguille se met en mouvement dès que l'on établit la communication. Nous ne nous arrêterons pas à développer les cas où ce genre de télégraphe présenterait quelque utilité et pourrait être substitué aux porte-voix et aux autres moyens de transmettre des signaux ; il nous suffira de remarquer que cette transmission est, pour ainsi dire, instantanée. M. Sœmmering avait imaginé un télégraphe du même genre, mais, au lieu d'employer l'action d'un faisceau de fils sur autant d'aiguilles aimantées qu'il y a de lettres, il proposait d'observer la décomposition de l'eau dans autant de vases séparés. » L'ouvrage que nous citons ici, et qui de plus contenait un précieux exposé des découvertes de Fresnel sur la lumière, ayant été détruit par suite d'embarras de librairie, il n'en est resté que peu d'exemplaires, qui se payent aujourd'hui un prix exorbitant. L'article relatif à l'*électromagnétisme* a été traduit en allemand, et l'on peut au besoin se le procurer dans cette langue, comme on l'a fait en Amérique, où l'intérêt pécuniaire a conduit à l'érudition. M. Ampère fils, l'académicien actuel, dans un récent voyage aux États-Unis, a eu le bonheur de recevoir les félicitations dues à son père pour cette belle idée, à laquelle il ne manquait que la mise en œuvre. Dans la deuxième édition de l'excellent voyage de M. Charles Olliffe, intitulé *Scènes américaines*, ouvrage fait

ces points peuvent aussi signifier les mots d'un vocabulaire particulier dont les deux seuls correspondants ont la clef. En France, excepté les dépêches diplomatiques et celles que le courrier de l'Inde, arrivant à Marseille, transmet tout de suite au gouvernement anglais par le câble sous-marin, aucune dépêche secrète ne peut être transmise; mais on a constaté jusqu'ici que, malgré les graves intérêts d'affaires pécuniaires qui

---

sur les lieux et aussi consciencieux dans les détails qu'intéressant par le fond du sujet, — l'auteur, après avoir parlé du fait physique découvert par OErsted, ajoute avec une complète justice que les principes de la nouvelle branche de physique furent appliqués pour la première fois par *un illustre Français, M. Ampère*. Ceux qui pourront se procurer l'ouvrage publié en 1822, et qui a pour titre *Supplément à la traduction de la Chimie de Thompson*, par Riffault, y trouveront aussi les principaux résultats des travaux de M. Arago sur l'aimantation du fer par les courants électriques. Si l'exposé de 1822 ne contient pas plus de détails sur cet important objet et sur le magnétisme par rotation, autre découverte de premier ordre de M. Arago, c'est que M. Ampère regardait ces deux découvertes (très-bien connues du reste à cette époque) comme la propriété de son illustre confrère, et ce n'est que plus tard qu'il a, dans ses théories, invoqué les lois d'aimantation établies par M. Arago. Disons encore que, tandis que le courant d'OErstod et d'Ampère agite faiblement une aiguille aimantée de Paris à Marseille, le courant aimantateur d'Arago crée à la même distance un vigoureux aimant, qui meut énergiquement l'aiguille d'un cadran portant des lettres, ou qui pointe des marques sur le papier, ou enfin qui imprime un message en toutes lettres comme une presse typographique.

ont été débattus par la voie électrique, aucune infidélité, aucune indiscrétion même n'a pu être reprochée à nos employés français. Plusieurs personnes m'assurent, mais je répugne à le croire, que, malgré les chiffres employés par les Américains, le secret du télégraphe en Amérique n'a pas été aussi scrupuleusement respecté que chez nous, et que même, pour retarder une nouvelle politique, on a quelquefois rompu les communications.

Il y a un grand nombre de systèmes brevetés en Angleterre, en Allemagne et en Amérique, qui offrent des analogies avec ceux de Bain et de Morse. Dans le système de House, 150 à 200 lettres peuvent être imprimées, dit-on, en une minute. Telle est aussi la rapidité étonnante avec laquelle nos employés télégraphiques exercés transmettent et lisent les signaux de Paris à Marseille. Cette rapidité, — à peu près égale à celle des indications d'un sourd-muet qui, promenant une pointe sur un alphabet écrit circulairement, indiquerait à un sien confrère les lettres qui doivent composer un discours, — dépasse de beaucoup l'aptitude ordinaire de rapide conception d'un témoin quelconque, et notamment la mienne.

On affirme que le système de House peut transmettre plus de lettres par minute qu'aucun autre système; mais il y a ici, comme pour la *méthode accélérée* de Bain, qui dépose sur un papier chimique un millier de lettres par minute, une circonstance grave à mentionner : c'est le temps qu'il faut pour préparer la dépêche, ce qui établit une compensation. Je ne puis m'empêcher de remarquer que l'essai fait en France du système de Bain,

essai fait par lui-même sur la ligne de Paris à Tours, n'a pas été heureux. Dans le travail ordinaire, on transmet en Amérique 70 à 100 lettres par minute, à peu près comme en France, quoique avec un peu moins de sûreté, parce que les dépêches en chiffres diplomatiques n'admettent pas l'utile contrôle de l'intelligence du lecteur télégraphique. Dans un jour seul de l'été de 1852, la ligne de Bain transmit de Boston à New-York 500 messages, formant plus de 5000 *mots*, de nouvelles politiques et commerciales.

Voici maintenant la partie industrielle du système télégraphique.

En Angleterre comme en France, il y a le long des chemins de fer des fils exclusivement réservés au service du *rail-way*. Les propriétaires du chemin payent un droit à la compagnie électrique. Un très-petit nombre de fils est réservé à l'usage exclusif du gouvernement; mais le plus grand nombre des fils est au service du public pour les besoins du commerce. Pour ceux-ci, c'est la compagnie du télégraphe qui paye à la compagnie du chemin de fer un droit pour l'usage qu'elle fait de la voie et des stations. Les compagnies des chemins de fer transmettent un nombre infini d'ordres sur la ligne; le gouvernement en transmet de même aux arsenaux, aux ports et aux chantiers de construction; enfin le public fait de ces fils un moyen de communications privées dont l'étendue et le nombre augmentent tous les jours.

Ainsi donc la société et le commerce usent des avantages du télégraphe électrique, dont l'importance n'est plus une question. Les marchands et les capitalistes envoient leurs instructions aux fabricants de province;

ceux-ci réciproquement font connaître le progrès de leurs travaux. Les propriétaires de vaisseaux et les bureaux d'affaires maritimes correspondent avec tous les ports. Les avocats et hommes de loi s'entretiennent avec leurs clients et avec les témoins. Les commis voyageurs tiennent leurs patrons au courant de leur gestion. Des sommes d'argent sont expédiées sans papier, sans note et sans billets. Les médecins consultent entre eux et sont consultés par leurs malades. La police transmet des ordres pour l'arrestation des malfaiteurs. Les résultats des élections, des courses de chevaux, des assemblées politiques, et généralement de tout ce qui fixe l'attention publique, sont connus tout de suite. L'état du temps qu'il fait en chaque endroit est instantanément transmis aux intéressés. Des familles entières se rendent, chacune de son côté, aux deux extrémités de la ligne électrique qui les sépare, et s'entretiennent de leurs affaires domestiques. Des ventes importantes se font, des transactions sont proposées ; en un mot, il est difficile d'imaginer des limites à l'emploi utile du télégraphe électrique (1). Les correspondants qui n'ont point de chiffres condensent leur message autant que possible, car la compagnie anglaise (actuellement du moins) perçoit 3 francs pour la transmission de vingt mots, si la distance n'excède pas 100 milles anglais (161 kilomètres), et le double pour des distances supérieures. Celui qui

(1) J'apprends de plusieurs côtés que la rapidité du télégraphe électrique, bien supérieure à celle des ailes mythologiques de l'Amour, a supprimé les mariages impromptu de Gretna-Green sur la frontière d'Écosse.

veut écrire remplit un papier blanc fourni par l'administration; un employé compte les mots, touche le prix, donne un reçu et porte le papier à la machine qui le transmet immédiatement. Si le correspondant ne se trouve pas au bureau où la dépêche est envoyée, il y a des facteurs qui la portent à son adresse. Le prix de leur service est en sus du prix d'envoi. Dans plusieurs des districts manufacturiers, le prix de la course du facteur n'est que de 1 franc 25 centimes; mais ce sont alors de petites distances.

La compagnie anglaise se propose, dit-on, d'établir un télégraphe *franc*, c'est-à-dire qui n'aura pas besoin de l'affranchissement forcé actuel. Le prix de réception sera alors de 5 shillings (6 francs 25 centimes); alors chacun fera son courrier chez soi et l'enverra comme par la poste ordinaire, mais avec la rapidité de l'éclair.

Durant les derniers mois de la grande exposition de Londres, on vendait dans l'intérieur du Palais de Cristal des cartes météorologiques à 10 centimes, qui faisaient comprendre un des plus utiles emplois du télégraphe électrique. Un télégraphe placé dans le local de l'exposition communiquait avec tout le système télégraphique d'Angleterre. A 9 heures du matin, chaque jour l'état du vent et du temps était transmis à la station centrale de Londres et de là au Palais de Cristal. On avait des cartes tout imprimées, et on y plaçait chaque jour la direction du vent, la hauteur du baromètre, du thermomètre, observée et transmise le jour précédent, à côté du nom de chaque ville qui avait correspondu. On possédait réellement une carte météorologique d'Angleterre pour le matin du jour précédent. « Une fois, dit M. Archer,

nous désirâmes connaître l'état actuel de l'atmosphère dans dix-huit villes, pour le comparer à celui de la veille, et en une demi-heure notre curiosité fut satisfaite. »

Dans les élections de 1852, le gouvernement et la compagnie électrique firent un arrangement qui permît de connaître à Londres à toute heure l'état du scrutin que le gouvernement transmettait ensuite à tous les journaux et aux personnes intéressées. Ceci n'a rien d'extraordinaire; mais ce qu'il est curieux de constater, c'est que plus d'*un millier de messages* passèrent sur les fils électriques de la station centrale de Lothbury dans Londres. Outre cette station centrale, il en existe douze ou quinze autres allant à la Banque, à l'Amirauté, au palais de la reine, à l'office général des postes et à plusieurs stations de chemins de fer.

On a essayé d'établir une concurrence à la grande et ancienne compagnie électrique; mais cela présente de graves difficultés. C'est seulement dans les districts manufacturiers du nord que la nouvelle compagnie, sous le nom de *Compagnie britannique*, opérant en vertu d'un acte obtenu du parlement en 1850, a pu établir ses fils électriques. Les arrangements pris avec les riches et nombreuses cités manufacturières promettent à cette compagnie un immense développement, qui sera, dit-on, accompli dans la première moitié de 1853. L'acte parlementaire de 1850 autorise la *Compagnie britannique* à ouvrir et creuser toutes les rues, grands chemins et routes qu'il lui semblera utile de parcourir. Enfin de la station centrale de Barnsley partira un fil souterrain de 300 kilomètres de longueur, qui arrivera à Londres et

établira la communication entre les télégraphes de la compagnie et la métropole. Comme il est plus facile de suivre par un fil souterrain la voie d'un chemin de fer qu'une route ordinaire, la Compagnie britannique prétendit qu'elle avait le droit de creuser le long des voies de fer occupées par la compagnie ancienne, dont les fils sont portés par des poteaux. Aucun arrangement n'ayant pu avoir lieu, la question se représentera en 1853 au parlement.

Toutes ces remarques se rapportent presque exclusivement au télégraphe aérien ou, si l'on veut, à celui dont les fils sont placés au-dessus du sol et portés par des poteaux; mais on sent de plus en plus le besoin de télégraphes à fils souterrains, et surtout pour les villes où le système de la suspension est presque impossible. Par exemple toutes les principales stations de Londres et des autres capitales sont reliées par des fils passant sous le pavé des rues ou des routes; les fils sont recouverts de gutta-percha, et de plus ils traversent et suivent des tuyaux de fer ou de bois qui les protégent. Dans quelques pays du continent, en Prusse par exemple, le système souterrain était adopté dans ces dernières années à l'exclusion de tout autre; mais en plusieurs localités les poteaux commencent à être préférés. Espérons que notre administration, forte de ses lumières et de celles de M. Bréguet, modifiera les propriétés de dilatation de la gutta-percha pour l'emploi commode des fils souterrains, emploi dont on s'est déjà si bien trouvé pour les câbles sous-marins.

Nous n'avons encore rien dit du plus intéressant de tous les télégraphes qui ne sont pas à ciel ouvert. A

mesure que l'emploi du temps de l'observatoire royal de Greenwich devint général pour régler toutes les heures des stations sur un même point de départ et éviter la confusion périlleuse des heures, on sentit le besoin d'indiquer ce temps avec précision à Londres; tel est le but du globe élevé dans le Strand. La compagnie du télégraphe électrique et l'astronome royal, M. Airy, se sont concertés pour l'exécution de ce plan. Un fil souterrain part de l'observatoire, traverse le parc de Greenwich, et, après avoir rejoint la station du chemin de fer, il arrive à Londres et à l'office télégraphique, dans le Strand. A l'extrémité supérieure du bâtiment est élevée une tige creuse dont l'intérieur donne passage à un fil électrique. Une grosse boule vide et légère peut se mouvoir haut et bas, monter et descendre de 8 à 10 pieds verticalement. A $12^h 50^m$, on la hisse presque au sommet de la tige qui la traverse, et à $12^h 55^m$, on lui fait atteindre le sommet de ce petit mât. A 1 heure précise, à la seconde précise, la grande horloge régulatrice de l'observatoire de Greenwich met en mouvement une petite pièce mécanique qui envoie un choc électrique dans le Strand; ce choc met lui-même en mouvement une autre pièce mécanique qui fait échapper la boule élevée, laquelle se précipite en bas sur un ressort d'air qui en amortit le choc. Comme cette boule volumineuse est à une hauteur de 130 pieds anglais au-dessus de la Tamise, qu'elle a 6 pieds de diamètre, qu'elle est peinte de couleurs vives et qu'elle parcourt un espace assez considérable, elle peut être aperçue à une grande distance de tous côtés, et tous ceux qui veulent régler leurs montres et leurs horloges peuvent le

faire par le moyen de ce signal. De plus, une horloge réglée par l'électricité, de manière à suivre la grande horloge de l'observatoire royal, est illuminée la nuit et donne l'heure par quatre cadrans. Elle a été établie sur un massif carré, en avant de l'office télégraphique du Strand, et elle indique l'heure de Greenwich tout le jour et toute la nuit. C'est ensuite de l'office du Strand, relié ainsi à l'observatoire royal, que partent les indications qui portent ce temps à toutes les stations. Il n'est pas douteux que plus tard l'heure de Greenwich sera celle de toute l'Angleterre. Cette disposition est regardée comme tellement utile, qu'il est question d'indiquer de même le temps de Greenwich aux capitaines qui s'approchent de la côte anglaise, en arrivant ou en partant, de manière qu'ils puissent régler leurs chronomètres. Par un temps de brouillard, le signal sera un coup de canon tiré électriquement à l'heure précise, et qui sera entendu quand la chute d'une boule ne pourrait pas être aperçue. La nécessité d'éviter les accidents des chemins de fer a déjà fait adopter le temps de Paris pour toute la France. L'Allemagne, si divisée en petits États, a choisi une ville centrale, sans importance politique, dont l'heure sera adoptée. A ceux de mes lecteurs qui ne seraient point familiers avec ce qu'on appelle les *notions de sphère,* je répéterai que quand il est midi à Paris, il n'est à Rouen que $11^h 55^m$, en sorte que si l'on conservait les heures locales, un signal envoyé à midi de Paris, et qui franchit l'intervalle en moins d'un cent millième de seconde, arriverait à Rouen à $11^h 55^m$. Un de nos plus spirituels journalistes me servait un jour d'auxiliaire pour persuader à un entêté

bourgeois de Rouen de renoncer à son midi et à ses heures normandes. — Eh bien, soit! dit-il enfin au compatriote de Guillaume le Conquérant, gardez vos heures; mais alors la dépêche de Paris partant à midi et arrivant à $11^h 55^m$ à Rouen, arrivera chez vous avant d'être partie!

En passant de l'Angleterre au continent, on trouve que le télégraphe électrique y est encore plus prisé qu'au delà de la Manche, parce que sa rapidité contraste encore plus avec la lenteur comparative de la poste et des moyens de voyager en Europe, quand on les met en parallèle avec ceux d'Angleterre. Les voitures et les trains de wagons peuvent différer entre eux de vitesse suivant la contrée; mais la vitesse de l'électricité est la même partout, et, comme la lumière, elle est capable de faire le tour de la terre en une très-petite fraction de seconde.

En France, le Gouvernement est à la tête des lignes télégraphiques. Le bureau central du ministère de l'intérieur et celui qui est établi près de la Bourse correspondent avec les embarcadères de tous les chemins de fer. Ainsi que nous l'avons dit, Paris est déjà en communication électrique avec Dieppe, Calais, le Havre, Nantes, Bordeaux, Lyon, Toulouse, Marseille et Strasbourg. Cette dernière ligne a permis de relier Paris à l'Allemagne et à l'Italie sans passer, comme autrefois, par la Belgique, la Prusse et l'Autriche; c'est par Bade que se fait la jonction, et à la direction de Strasbourg un télégraphe badois figure à côté du télégraphe français, de même qu'un poste de télégraphie française est placé à Londres dans l'office du Strand, pour le service de la France. M. Sagansan, géographe à l'administration

des postes, vient de publier un petit livret très-utile, accompagné d'une carte tenue au courant de toutes les extensions télégraphiques en France et en Europe. Avec ce guide, qui se vend quelques décimes, on a le tableau exact de toute la télégraphie électrique européenne. On racontait dernièrement qu'une dame anglaise était désespérée, parce qu'en allant faire une visite elle avait appris qu'on avait écrit à Florence pour louer dans les environs une villa, un casino, un *palazzo* qu'elle désirait habiter cet été. Le mari, désespéré du désespoir de sa femme, pense au télégraphe électrique; il écrit par cette voie à Florence; il rapporte la nouvelle que la maison de campagne est louée à lui pour la saison prochaine, et que la convention signée va lui être expédiée par une lettre qui ne peut voyager sur les fils électriques. Un auditeur nie le fait, prétendant que le télégraphe électrique ne va pas jusqu'à Florence. Que faire quand on nie un fait? Se taire; mais si ce contradicteur lit ces lignes, il pourra prendre le guide de M. Sagansan, et il verra qu'en ajoutant 33 francs 33 centimes au prix d'une dépêche expédiée jusqu'à la frontière belge, ou bien 27 francs 83 centimes au prix de la dépêche de Paris à Strasbourg, il pourra envoyer à Florence par ces deux voies la dépêche ordinaire de vingt mots, et retenir tous les hôtels et toutes les maisons de campagne de Florence et des environs.

Jusqu'à 1849, la Belgique n'avait presque rien fait pour la télégraphie électrique. Une Commission, ayant à sa tête l'astronome royal M. Quételet, examina la question et se prononça pour les fils portés par des poteaux, et non point pour le système souterrain de la

Prusse et d'une partie de l'Allemagne. Les chemins de fer belges ont depuis lors établi des télégraphes électriques sur tout leur parcours, et avant la jonction récente de Strasbourg et de Bade par Kehl, Paris correspondait avec Berlin, Vienne et Venise, par la voie de la Belgique.

Dans la Hollande et dans le nord de l'Europe continentale, les télégraphes électriques ainsi que les chemins de fer n'ont pas fait de grands progrès; mais le besoin s'en fait sentir plus impérieusement de mois en mois et presque de jour en jour.

Dans l'Allemagne et dans l'Europe centrale, il y a des télégraphes électriques sur tous les chemins de fer dont l'importance n'est pas minime. Ces routes et ces télégraphes traversent tous ces petits États si divisés, sans s'occuper de la délimitation des territoires. L'Autriche seule possède 5 à 6000 kilomètres de fils télégraphiques. L'Allemagne sans l'Autriche en a autant. Une grande partie est placée sous le sol et recouverte de gutta-percha; mais il semble y avoir une tendance à revenir au système des poteaux, adopté originairement par Wheatstone et Cooke en Angleterre. La perte de force du courant transmis semble par là notablement diminuée.

Les États les moins commerçants du midi de l'Europe sont activement occupés à compléter leurs communications télégraphiques. La dépense est si excessivement petite, comparée à celle de l'établissement des voies ferrées, qu'il est probable que bientôt la longueur des fils électriques excédera de beaucoup celle des chemins de fer. Pétersbourg et Moscou sont ou vont être

incessamment reliés non-seulement l'un à l'autre, mais encore avec les ports de la Baltique et de la mer Noire. Pétersbourg est déjà en communication avec Vienne par Varsovie et Cracovie. La Turquie elle-même, si dénuée de tout chemin de fer, étudie le plan d'un réseau télégraphique. L'Italie a déjà plusieurs centaines de kilomètres de télégraphes. La Suisse vient de compléter plusieurs lignes, et l'Espagne entre à son tour dans la voie de la télégraphie électrique. Il n'est pas facile de présumer quel nombre de kilomètres seront en activité à la fin de 1853.

En Piémont, l'établissement du télégraphe électrique a donné lieu à de curieuses constructions. Le chemin de fer de Turin à Gênes est complet depuis Turin jusqu'à Arquata, et le télégraphe électrique suit la voie de fer; mais de cette dernière station jusqu'à Gênes les travaux sont si dispendieux, que l'on sera peut-être longtemps encore à compléter cette route. Le télégraphe a franchi hardiment tous ces obstacles. Les fils ont été tendus de montagne en montagne, au travers de ravins d'une immense profondeur, et supportés par des poteaux distants de 1 kilomètre et plus. D'autres fois ces fils s'enfoncent sous terre, quand le niveau de la contrée s'élève. L'habile ingénieur italien M. Bonelli a eu le bonheur d'exécuter ces travaux, qui surpassent tout ce qui a été fait en Angleterre.

Une des annonces qui a le plus intéressé le public anglais a été la détermination prise par la compagnie des Indes orientales d'introduire la télégraphie électrique dans ses vastes possessions territoriales d'Asie. L'importance des communications électriques est im-

mense dans un pays dont les routes sont si mauvaises et dont les rivières sont si peu navigables. MM. Morewood et Rogers sont occupés à galvaniser plusieurs milliers de tonnes de fil de fer destiné à relier entre elles les principales cités de l'Inde britannique. Les fils seront supportés par des bambous vissés dans le sol.

Passons maintenant l'Atlantique.

La première ligne de télégraphe américain fut construite en 1844; elle allait de Washington à Baltimore, une distance de 65 kilomètres. Le congrès alloua 150 000 francs pour la dépense de l'entreprise. En 1848, un système gigantesque unissait déjà Albany, New-York, Boston, Québec, Montréal, Toronto, et de là descendait vers la Nouvelle-Orléans, au travers de la Virginie! Cincinnati, Saint-Louis et les lacs du Canada sont reliés à New-York et à Boston par des lignes multiples et entre-croisées, dont quelques-unes ont été poussées jusqu'à Halifax, près du banc de Terre-Neuve. Enfin, en 1852, des fils électriques ont été posés sur une immense étendue, principalement dans les vastes États du Centre qui avoisinent le Mississipi et le Missouri, au delà des contrées qu'arrose l'Ohio.

Si, avec une carte devant les yeux, nous traçons les diverses routes suivies par cette télégraphie électrique, nous trouvons que le télégraphe ne connaît pas les questions de territoire, de pêche ou de nationalité anglaise ou américaine. Halifax et Saint-Jean sont unis par le télégraphe aussi bien que Montréal et le bas Canada avec les rives du lac Champlain, et de là avec New-York et Boston. Enfin, dans les États du Nord aussi bien que dans l'Amérique britannique, nous trou-

vons un réseau des plus compliqués de lignes télégraphiques qui se coupent en tous sens. Sur plusieurs routes et entre les mêmes villes, il y a deux et même trois entreprises rivales. Dans les États du Sud, les télégraphes électriques, comme toute autre espèce d'entreprise commerciale, sont moins développés que dans le Nord, ce qui n'empêche pas les nouvelles commerciales apportées à New-York par les paquebots de Liverpool d'arriver à la Nouvelle-Orléans en vingt minutes, par une ligne électrique ou plutôt par deux lignes électriques de près de 3 000 kilomètres de long! C'est encore M. Charles Olliffe qui me fournit cette donnée curieuse. Ces fils, que les Américains du Nord trouvent peu nombreux, traversent néanmoins le Maryland, la Virginie, les deux Carolines, la Géorgie, et atteignent le golfe du Mexique. C'est surtout dans les États du Centre et de l'Ouest que le télégraphe électrique est quelque chose d'étonnant! non qu'il égale en longueur ceux des États de l'Est, mais c'est qu'il contraste étrangement avec l'état à demi civilisé de ces localités, il y a très-peu d'années. Non-seulement dans l'Ohio, le Kentucky, le Tennessee et l'Alabama, mais encore plus à l'ouest, où naguère on ne voyait que des Indiens sauvages, chassant aux fourrures, les appareils le plus essentiellement du domaine exclusif de la pensée se rencontrent partout. Les compagnies électriques vendent *leur longitude* (quelle denrée commerciale!) aux villages qui seront dans quelques années d'immenses cités, car la population américaine, dans ces fertiles plaines, *essaime* sur place indépendamment de l'émigration qu'elle reçoit d'Europe et ailleurs de Chine. Que dire d'un pays où la

ligne électrique de Philadelphie à la Nouvelle-Orléans, d'environ 3000 kilomètres, est desservie par deux compagnies totalement distinctes? Quant au total de longueur des fils télégraphiques, on l'évalue de 18000 à 25000 kilomètres : c'est plus que la moitié du tour de notre planète. Sur ces énormes distances, il faut compter le Canada comme faisant un dixième du total, ce qui ne laisse pas moins pour les États-Unis un développement fabuleux, qui de jour en jour prend encore un rapide accroissement.

On a peu fait au Mexique pour la télégraphie électrique. On parle d'un fil allant de Mexico à Acapulco, sur le Pacifique, et, dans l'Est, traversant le Texas pour rejoindre la Nouvelle-Orléans; mais il n'y a pas grand'-chose à attendre d'une république si pauvre et si désorganisée. La proposition faite d'un câble sous-marin de la Floride à Cuba semble devoir arriver plus tôt à bonne fin, surtout si l'on songe aux vues persévérantes des États-Unis sur l'annexation de Cuba.

L'importance des télégraphes de l'ancien monde est tellement dépassée par celle des télégraphes d'Amérique, qu'il n'y a aucune comparaison à faire. C'est particulièrement dans la transmission des nouvelles commerciales et politiques que brille le génie télégraphique américain. La première nouvelle transmise de New-York à Washington, en 1846, fut celle d'un vaisseau lancé à la mer, à Brooklyn, en face de New-York, nouvelle destinée à l'insertion dans les journaux de Washington. Comme les dépenses étaient lourdes, on n'insérait alors que peu de nouvelles transmises électriquement; mais le grand intérêt qui s'attachait à la guerre du Mexique

et la rapide transmission des nouvelles de victoires réitérées mirent le télégraphe électrique en grande faveur. Quelque temps après, les journaux de New-York et de Boston se cotisèrent pour obtenir le plus tôt possible les nouvelles d'Angleterre. Dès que les paquebots anglais touchaient à Halifax, un exprès était envoyé à Annapolis, et ensuite un autre exprès à vapeur partait pour Portland, d'où le télégraphe transmettait les nouvelles à Boston et à New-York. Ce système coûtait environ 5 000 francs par paquebot, mais l'extension des chemins de fer et des télégraphes dans l'Est a beaucoup diminué ces frais.

Quelque temps après, il s'organisa un corps de gazetiers électriques, qui bientôt inventèrent un chiffre sténographique des plus abrégés. M. Jones, l'un de ces sténographes, donne un exemple pour montrer la prodigieuse abréviation que produit cette diplomatie électrique. Supposons le message composé des neuf mots suivants : *Bad, came, aft, keen, dark, ache, lain, fault, adapt.* Ces mots, traduits en langage ordinaire, comprennent les renseignements commerciaux que voici : « Le marché à la farine pour les qualités communes ou même bonnes venant de l'Ouest est peu actif. Il y a cependant quelques demandes pour la consommation intérieure et l'exportation. Vente, 8 000 barils. Le *genessee* est à 5,12 dollars; le froment en première qualité est bien tenu et demandé; la seconde qualité est faible avec tendance à la baisse. Vente 4 000 boisseaux à 1,10 dollars. Pour les autres céréales, les nouvelles de l'étranger ont pesé sur le marché. Aucune vente importante n'a eu lieu. Il n'y a eu que 2 500 boisseaux livrés à 67 cen-

tièmes de dollar. » On ne peut pas pousser plus loin l'économie des signes et celle de la transmission qui se paye par mots.

L'usage de la sténographie a été rendu nécessaire par le prix considérable des mots transmis. On prend 5 centimes par mot de New-York à Boston, et quatorze fois autant, c'est-à-dire 70 centimes de France, pour chaque mot transmis de Washington à la Nouvelle-Orléans. La presse quotidienne ne pouvait à l'origine insérer plus d'une demi-colonne de nouvelles électriques; mais, à mesure que la concurrence s'est établie, les prix se sont beaucoup abaissés, et les entrepreneurs de rédaction électrique, travaillant en communauté pour plusieurs journaux, se sont un peu relâchés de leur sévère sténographie. Les commerçants continuent à employer les chiffres ou combinaisons de lettres, qui sont interprétés par une espèce de dictionnaire dont les conventions, changeant à volonté, leur assurent le secret le plus absolu.

Voici l'arrangement fait en commun par sept journaux de New-York. Un agent spécial et responsable recueille toutes les nouvelles télégraphiques importantes au moyen de correspondants distribués dans les principales cités de l'Union; il en fait faire huit ou dix copies par des machines adaptées à ce genre de travail (après que ces nouvelles ont été mises en anglais vulgaire), et il envoie ces copies aux sept journaux associés. Quand le congrès est assemblé, il y a un sténographe électrique près de chaque chambre, et on estime que les nouvelles électriques ne reviennent pas à chacun des journaux de New-York à plus de 25 000 francs par

an, ce qui porte les frais collectifs à 175000 francs environ.

Dans les anciens télégraphes américains, l'isolement des fils était très-incomplet, et les pertes éprouvées par le courant électrique très-considérables. Jusqu'ici la construction des télégraphes a coûté de 100 à 200 dollars (500 francs à 1 000 francs) par mille anglais d'environ 1 kilomètre et demi; mais on pense que pour un bon établissement des poteaux et des fils il faudrait au moins doubler cette somme. Comme il y a aux États-Unis au moins trente compagnies télégraphiques, cette active concurrence a produit plusieurs avantages. Ces compagnies ne répugnent point à l'obligation de payer les patentes de Morse, de Bain et de House, et presque toujours c'est en cédant une part des bénéfices nets que le droit de patente est rémunéré. Contrairement à ce qui a lieu en Angleterre, les télégraphes américains ne sont point confinés aux chemins de fer. Ils traversent d'immenses contrées désertes et de profondes forêts dont les arbres servent de poteaux. Plusieurs de ces lignes sont sujettes à des interruptions occasionnées par la chute des pins, sans compter l'influence des frimas qui s'attachent l'hiver aux fils et causent une énorme déperdition de courant. Enfin les orages électriques eux-mêmes mêlent leur action à celle des piles des stations, et troublent tout. M. Bréguet a aussi reconnu des actions de courant en retour fort obscures quant à leur cause, et il y a remédié, comme à tous les autres accidents qui se sont présentés dans notre pratique française, qui n'admet rien d'à peu près bien. Les Américains passent complétement sous silence le risque d'être foudroyés

que courent les employés du télégraphe électrique sans des précautions judicieuses. Pour cet objet, M. Bréguet, au moyen d'un fil convenablement délié, a construit un vrai paratonnerre qui met en sûreté l'employé, même pendant le plus violent orage de foudre. Il recommande aussi très-prudemment de ne faire entrer dans les stations que des fils assez petits pour se fondre par une électricité trop abondante, et faire par là même disparaître tout danger. En Amérique, chaque compagnie emploie des inspecteurs chargés de vérifier fréquemment le bon état des fils. Chaque homme inspecte une longueur de 30 à 150 kilomètres suivant la localité, et surtout durant et après les orages et les tempêtes.

En France comme en Amérique, l'administration, forcée par les exigences du service anglais des Indes, a osé établir des fils électriques sur les routes ordinaires. De Châlon-sur-Saône à Avignon, le télégraphe électrique n'est point renfermé dans l'enceinte d'un chemin de fer. Il en est de même de Poitiers à Angoulême; seulement les poteaux ont été tenus un peu plus élevés : ils ont de 9 à 10 mètres. Jusqu'ici, aucun dégât n'a été l'ouvrage de la malveillance, et dès que les nouvelles de l'Inde arrivent à Marseille, elles sont immédiatement transmises à Londres.

Il y a une grandeur étonnante dans plusieurs des plans conçus par les Américains. M. O'Reilly, qui a construit plus de 12000 kilomètres de télégraphe électrique dans l'Amérique centrale, a récemment proposé d'étendre les fils électriques jusqu'en Californie, dans l'Orégon et au Nouveau-Mexique. Sur la ligne, à chaque station, de 30 en 30 kilomètres, on établirait un poste

de vingt dragons pour protéger les fils, tenir les Indiens en respect et secourir les émigrants qui vont en Californie. Leur service comprendrait aussi la transmission des dépêches, qu'ils porteraient d'une station à l'autre, comme le font les piétons dans l'Inde. Ce serait une ligne de civilisation autant qu'une ligne de télégraphie électrique. Depuis lors, un comité du Congrès a recommandé une ligne télégraphique différente de celle de M. O'Reilly. Cette ligne, partant de Natchez, sur le Mississipi, arriverait, par le nord du Texas, au golfe de Californie, et suivrait ensuite la côte jusqu'à Monterey et San-Francisco. La distance serait d'environ 4 000 kilomètres et un peu plus grande que celle de M. O'Reilly; mais elle traverserait une contrée occupée par des populations moins sauvages.

Les télégraphes municipaux font un service de sûreté très-utile en Amérique. Toutes les alarmes pour cause d'incendie sont propagées avec rapidité, et des secours sont appelés aussitôt. A New-York, huit cloches d'alarme sont reliées entre elles et avec la tour centrale de l'hôtel de ville par des fils électriques; à Boston, on a employé dans la ville seule plus de 75 kilomètres de fil pour le même objet. On peut présumer qu'à Londres, où le système des fils souterrains a pris beaucoup de développement, un service de petite poste électrique ne tardera pas à s'organiser.

C'est à l'Amérique encore que revient l'honneur d'avoir appliqué la première le plus étonnant de tous les résultats de la télégraphie électrique, savoir, l'établissement du système sous-marin, établissement qui nous fait entrevoir dans l'avenir la connexion et la commu-

nication instantanée des deux extrémités de la terre; car s'il faut à peu près une heure ou deux pour envoyer un message à une ville éloignée, ce n'est réellement que le procédé mécanique d'ouvrir les communications qui produit ce retard : l'agent électrique lui-même ne mettrait qu'un temps indivisible pour aller aux antipodes.

Les premiers fils sous-marins ont été employés à New-York. La position de cette immense cité, actuellement de près de 700 000 âmes, est tout à fait exceptionnelle. La principale partie est située à l'est du fleuve Hudson, qui descend du nord; une espèce d'immense faubourg, appelé la cité Jersey, est à l'ouest et de l'autre côté de l'Hudson; enfin une troisième partie de cette ville, Brooklin, est bâtie sur une île au sud-est. Le lit de la rivière est un point de grande activité commerciale au-dessus duquel on ne pouvait point tendre des fils. On fut donc obligé de remonter la rivière à 90 kilomètres de la ville, afin de trouver des rives assez escarpées et assez élevées pour y placer sans inconvénient un fil électrique. Ainsi le détour occasionné par l'obstacle de la rivière était de 180 kilomètres. M. Jones établit que cette difficulté donna naissance à l'établissement d'un télégraphe sous-marin, avant qu'il fût adopté en Angleterre; mais les fils étaient brisés ou perdaient le courant. Enfin la *gutta-percha* fut employée, et maintenant des lignes sous-marines ou sous-fluviales traversent l'Hudson de New-York à Jersey. De temps à autre, un des fils est enlevé par une ancre; mais comme il y en a plusieurs de distance en distance, il en reste toujours suffisamment pour le service du télégraphe.

Tout le monde sait qu'en août 1850 un simple fil sous-marin fut établi de Douvres à Calais. Quoique l'établissement d'un tel fil ne pût être regardé comme une œuvre sérieuse, cependant les dépêches passèrent pendant quelques minutes, et on fut encouragé à former un fil ou plutôt un câble doué d'une plus grande résistance. Ce câble, qui fonctionne maintenant depuis un an et demi, contient quatre fils séparés les uns des autres, revêtus de *gutta-percha* et entourés d'un mélange de résine et de graisse; de fortes spirales en fer recouvrent le tout. Ce câble vigoureux pèse à peu près 180000 kilogrammes, et a presque 40 kilomètres de longueur. Il est juste de remarquer que l'entreprise de M. Brett fut spécialement patronée par la France, et notamment par l'empereur actuel des Français, sans la protection duquel il est probable que l'Angleterre serait encore séparée du continent (1). Je n'ai point entendu dire que les distinctions honorifiques soient allées chercher le persévérant M. Brett, le Christophe Colomb de la télégraphie électrique. Cependant le service qu'il a rendu à l'Angleterre est immense : la communication entre

(1) J'ai vu avec beaucoup de satisfaction que dans les journaux anglais de l'époque mon nom n'avait point été oublié parmi ceux des personnes qui avaient été favorables à M. Brett. Je pense qu'il est juste de dire que M. l'abbé Moigno, l'auteur d'un intéressant *Traité de Télégraphie électrique*, a beaucoup contribué par ses démarches empressées à faciliter à M. Brett l'accès des personnes qui pouvaient lui prêter un secours efficace, après avoir signalé avec éloge tout ce que son entreprise, alors jugée d'un succès bien peu probable, pouvait offrir d'intérêt scientifique ou pratique.

Douvres et Calais a rattaché Londres aux lignes de Belgique et de France. On trouve dans les tarifs de la compagnie sous-marine le prix des dépêches pour Bruxelles, Berlin, Hambourg, Dresde, Munich, Venise, Florence, Milan et Paris. Un message de cent mots peut être expédié pour le prix de 125 francs à Lemberg, presque au centre de la russie d'Europe, en Hongrie ou en Italie. Après les cours de la Bourse de Paris, la première dépêche politique qui fut transmise par la voie sous-marine, et qui parut dans le *Times* du 14 novembre 1851, était datée de Paris à sept heures du soir du jour précédent, et elle annonçait le rejet de la loi électorale par une majorité de 355 voix contre 348. Comme pour toute œuvre grandiose, l'étonnement que produit le succès s'affaiblit à mesure que nous nous familiarisons avec les avantages qui en découlent. Les journaux anglais reçoivent maintenant avec la plus grande régularité les nouvelles du continent par la voie sous-marine, et l'on ne peut s'empêcher d'espérer que ces relations sociales contribueront puissamment à répandre les lumières de la civilisation et à consolider la fraternité de tous les peuples.

En mai 1852, un câble de télégraphe sous-marin fut déposé dans le canal d'Irlande, entre Holy-Head et Howt, près de Dublin. L'opération réussit à merveille, et le câble, qui avait 100 kilomètres de long, fut tendu directement et avec le plus grand succès. Les dépêches furent transmises, et, suivant l'usage de M. Brett (étranger cependant à l'entreprise), un canon fut tiré près de Dublin au moyen d'un choc électrique envoyé d'Angleterre. Le câble, qui n'a qu'un pouce anglais de

diamètre (un peu plus de 25 millimètres), a été manufacturé par MM. Newall et la compagnie de la gutta-percha, les mêmes constructeurs qui avaient confectionné dans leurs ateliers le câble de Douvres à Calais, lequel était gros comme le bras. Le câble d'Irlande n'a qu'un seul fil. Je suis parfaitement informé que, malgré le succès de la pose de cette voie sous-marine, ce télégraphe ne fonctionne pas encore au moment où j'écris.

On a beaucoup parlé de l'intention où étaient les États-Unis de traverser l'Atlantique par un câble de 5000 kilomètres, distance de Liverpool à New-York, ou bien par un câble plus court établi entre Galloway et Terre-Neuve, dont la distance est à peu près moindre de moitié. Je ne puis regarder ces idées comme sérieuses, et la théorie des courants pourrait donner des preuves sans réplique de l'impossibilité d'une telle transmission, même quand on ne tiendrait pas compte des courants qui s'établissent d'eux-mêmes dans un long fil électrique, et qui sont très-sensibles dans le petit trajet de Douvres à Calais. Je répéterai ce que j'ai dit plusieurs fois, savoir : que le seul moyen de joindre l'ancien monde au nouveau, c'est de franchir par voie sous-marine le détroit de Behring, qui, avec les îles qui le partagent, n'offre pas plus de difficulté que la Manche ou le canal d'Irlande, à moins peut-être qu'on ne puisse passer par les îles britanniques, les Feroë, l'Islande, le Groënland et le Labrador. Mais que d'études à faire d'ici là sur les courants polaires, la profondeur des mers, la nature du sol, le climat, ses influences sur les conducteurs, et mille autres éléments dont pourrait dépendre le succès d'une si gigantesque entreprise, qui du moins ne

paraît avoir contre elle aucune impossibilité matérielle, comme en présente la voie sous-marine transatlantique! car, malgré leur *outrecuidance* (*go a head*), les citoyens des États-Unis n'ont sans doute pas la prétention d'établir des stations intermédiaires au fond de l'Océan.

Si nous regardons la jonction télégraphique des deux mondes comme un problème réservé à une solution éloignée, nous pouvons fixer notre attention sur des projets moins hasardeux. Il y a tant de compagnies qui se forment ou qui sont formées pour exploiter les lignes sous-marines, qu'il est difficile de connaître les projets de chacune. Les fils de Douvres à Calais et le câble de Holy-Head à Dublin sont la propriété de deux compagnies différentes : elles sont l'une et l'autre menacées de concurrences. La distance de Port-Patrick en Ecosse à Donaghadee en Irlande n'est que le tiers de la distance de Dublin à Holy-Head, et il est question d'unir la Grande-Bretagne à l'Irlande par ce point au moyen d'un câble électrique sous-marin. D'autres personnes ont pensé à franchir la distance du moulin de Cantire à Fair-Head, qui est encore moindre, et n'excède pas 21 kilomètres, ce qui est la plus courte distance entre les deux îles.

Il est évident néanmoins que pour l'Angleterre les routes les plus importantes sont celles qui doivent la rattacher au continent. Il paraît que la compagnie du télégraphe électrique de Douvres a été peu conciliante dans les arrangements à prendre pour utiliser le système sous-marin, et le résultat est que trois autres compagnies organisent un plan de communication internationale sans sa participation. L'une des compagnies

rivales est celle qui est propriétaire du câble sous-marin de Douvres à Calais. Une autre compagnie a le projet d'établir une ligne sous-marine de Douvres à Ostende; une troisième compagnie a établi ses fils sous terre de Londres à Douvres en suivant la grande route des voitures ordinaires, et c'est par là, comme nous l'avons dit, que nuit et jour passent les nouvelles du continent qui arrivent à la presse anglaise. Enfin une dernière compagnie songe à une ligne sous-marine du cap de la Hogue en France à quelque point de la côte britannique. C'est une chose fort importante pour l'Angleterre qu'il y ait plus d'un télégraphe sous-marin qui la joigne au continent, pour éviter le monopole, car, sans la crainte d'une nouvelle voie sous-marine, peut-être le système actuel donnerait-il déjà naissance à plusieurs abus (1).

---

(1) Il y a quelques semaines, le bruit s'était répandu que l'idée de joindre Douvres à Ostende était abandonnée. Un passage que nous tirons d'un journal anglais, l'*Athenæum* du 21 mai 1853, prouve que ces nouvelles d'abandon n'avaient aucun fondement. « L'achèvement de la communication sous-marine de Douvres à Middlekirk, près d'Ostende, est un événement qui ne manque pas d'importance tant au point de vue des intérêts sociaux que de ceux de la science. On ne pouvait pas se dissimuler qu'après le peu de succès des tentatives réitérées pour établir un câble électrique dans le canal d'Irlande, le public se laissait gagner par le découragement. Réellement, après le succès du télégraphe sous-marin anglo-français, il ne restait théoriquement aucun doute sur la possibilité de faire communiquer entre elles toutes les nations par des réseaux de fils électriques; mais comme les essais infructueux s'accumulaient de plus en plus,

Un projet récemment publié, et qui a déjà reçu un commencement d'exécution par des marchés passés et des concessions obtenues ou sur le point de l'être, est celui qui, après la jonction déjà presque faite du système français au système piémontais, prolongerait cette ligne télégraphique en Corse au moyen d'un fil sous-marin jeté de Corse en Italie. Un télégraphe ordinaire traverserait l'île, et un autre conducteur sous-marin unirait la Sardaigne à la Corse. Après avoir traversé la Sardaigne, le télégraphe aboutirait à l'un des caps du sud de l'île, dans le voisinage de Cagliari, pour fran-

---

il était possible de supposer que les industriels, tout en admettant la théorie comme parfaitement infaillible, ne craignissent d'avoir trop longtemps à en attendre la réalisation pratique. La ligne ouverte avec la Belgique est une nouvelle et évidente preuve que la science est parfaitement en mesure de surmonter tous les obstacles qui pourraient se présenter dans l'établissement des fils sous-marins. Quant aux avantages sociaux et commerciaux, cette ligne est d'une très-grave importance. C'est pour nous une seconde grande route de communication avec toutes les nations européennes, surtout lorsqu'on réfléchit qu'en cas d'éventualités, sans doute peu probables, mais enfin non impossibles, cette voie serait bien plus à notre disposition que celle de Douvres à Calais. En outre elle est plus directe et se relie plus immédiatement avec le grand système central des chemins de fer de l'Europe. Non-seulement c'est la voie la plus courte, mais nous pouvons dire la plus naturelle, car c'est à Ostende que se trouve la tête de tous les chemins de fer allemands, et par suite de tous ceux du continent, qui aboutissent en grand nombre aux rives du Rhin, soit dans la partie supérieure, soit dans la partie inférieure de son cours. »

chir ensuite par un câble sous-marin la distance de la Sardaigne à l'Afrique et arriver à La Calle ou à Bone, dans les possessions françaises, un peu à l'ouest de Tunis. Cette distance est d'environ 180 kilomètres. Bone ou Tunis deviendrait alors un grand centre télégraphique qui pourrait envoyer une ligne à l'ouest dans l'Afrique française et une ligne à l'est vers l'Égypte pour le service des nouvelles de l'Inde. Ce projet, tout grandiose qu'il est, ne représente rien d'impossible, surtout d'après les sondages opérés dans toutes ces localités maritimes.

La télégraphie électrique, avec sa prodigieuse rapidité, avec l'agent presque immatériel qu'elle emploie et le peu de poids des fils qui sont parcourus par les signaux, semble de toutes les applications importantes de la science celle qui, en passant de la théorie à la pratique, a conservé le plus son caractère purement scientifique. Je sais qu'il est de mode actuellement d'attaquer les Académies et de leur imputer à crime toutes les applications qu'elles n'ont pas faites elles-mêmes et qu'elles ont laissé réaliser à d'autres, qui, sans être préoccupés de la partie théorique, ne cherchent que la pratique utile et commerciale. A chacun son œuvre. Nous reviendrons victorieusement une autre fois sur ce sujet, en montrant que les travaux d'application sont avant tout des travaux collectifs. Sans l'art de fondre le fer comme on le fait aujourd'hui en fonte douce et d'aléser les cylindres des corps de pompe, aurait-on pu faire les machines à vapeur? Dans les paroles citées d'Ampère, ne voit-on pas que l'ignorance où nous étions de la portée où pouvait atteindre le courant transmis par les fils con-

ducteurs nous imposait le doute le plus impérieux sur la réussite du télégraphe électro-magnétique pour de grandes distances? Sans les découvertes de M. Arago sur l'aimantation par les courants électriques, aurait-on la force nécessaire pour imprimer, pour faire presser, piquer, rayer, percer les papiers à dépêches? Et avant de savoir que cette forte aimantation se produisait à des distances de 1000, de 2000 kilomètres, où étaient les télégraphes américains? L'œuvre des Académies est collective, c'est un travail d'abeilles dans lequel sont compris les industriels eux-mêmes, qui disent avec Cicéron: *Cui bono?* Dans quel but d'utilité? Les œuvres littéraires sont au contraire tout à fait individuelles et n'admettent aucune collaboration; mais passons du domaine de l'amour-propre à celui de la philanthropie.

Je déclare que la plus belle propriété du télégraphe électrique est celle qu'il a d'empêcher la plupart des accidents qui arriveraient sans lui, accidents comparativement très-rares aujourd'hui. Dans les premiers mois de l'établissement du télégraphe de Douvres à Londres, une locomotive se détacha d'un convoi et se mit à courir, dans la direction de la capitale, avec la vitesse que donne une force aveugle. Quel moyen d'éviter tous les malheurs et les dégâts de cette locomotive, si l'on n'avait pu être prévenu sur toute la ligne? C'est ce qu'on fit par le télégraphe électrique. Des obstacles élastiques furent disposés en avant de l'embarcadère de Londres pour atténuer autant que possible le choc de cette masse lancée avec une vitesse désastreuse. Mais il y a mieux. A une station déjà assez éloignée de Londres, deux intrépides mécaniciens chauffèrent à toute vapeur une locomotive

déjà prête au service. Quand la locomotive échappée passa devant eux avec la rapidité d'un cheval de course, ils se précipitèrent sur ses traces avec la rapidité du vol de l'hirondelle, qui est trois ou quatre fois plus grande. Je tiens de personnes bien informées que, dans cette course périlleuse, le choc de l'air ne permettait point à ces deux hommes de se tenir debout. La machine fugitive, suivant l'expression d'un des narrateurs, fut gagnée de vitesse, puis accostée, puis enfin un des mécaniciens passa dessus, et, saisissant les manivelles, la maîtrisa aussi facilement qu'un écuyer maîtrise un cheval bien dressé. Le génie britannique a calculé que les dégâts que la locomotive aurait causés à l'embarcadère (accident arrivé déjà plusieurs fois) auraient surpassé la valeur du prix de toute la ligne électrique; mais on ne dit rien des dangers que les hommes auraient courus par suite de ce train spécial d'une si dangereuse espèce! Dans le dernier voyage de l'empereur des Français, des trains extraordinaires partaient à toute heure sans le moindre inconvénient : il n'y eut pas même l'ombre d'une crainte. Quand la malle des Indes débarque à Marseille, elle est à l'instant livrée à une locomotive dont le service est exclusif; elle arrive à Avignon et roule de là jusqu'à Châlon-sur-Saône, où elle reprend tout de suite un train spécial pour arriver sans retard à Paris, à Calais, et enfin à Londres. Comment, sans le télégraphe électrique, faire déblayer la voie et éviter de funestes rencontres? Disons encore que M. Bréguet a garni un grand nombre de convois d'appareils électriques mobiles, en sorte que partout où l'on s'arrête, de gré ou de force, on correspond avec les deux stations entre lesquelles on se trouve.

Il y a très-peu de jours, un convoi, sur la route d'Orléans à Paris, n'a pu continuer sa marche, par suite d'un essieu brisé. Un secours a été demandé et obtenu, par l'appareil mobile de M. Bréguet, tellement qu'on s'est à peine aperçu du retard éprouvé. Ajoutons que cette facilité d'appeler du renfort a permis de diminuer considérablement le nombre des locomotives qu'on était obligé de tenir en relais pour parer aux accidents, et qu'ainsi il en est résulté économie comme sûreté. Les gens qui ne sont contents de rien critiquent la télégraphie électrique en ce qu'elle est impuissante à transporter sur ses fils un papier pesant seulement 1 gramme. Ils lui doivent peut-être la vie, parce qu'elle aura prévenu une catastrophe qui leur eût été fatale! En un mot, le plus beau titre d'honneur de la télégraphie électrique est la sûreté des voyageurs sur les chemins de fer, sûreté pour laquelle elle a plus fait que tous les règlements imposés aux employés, et dont cent fois le hasard déjouait la prévoyance.

# L'ASTRONOMIE

EN 1852 ET 1853.

# L'ASTRONOMIE

## EN 1852 ET 1853.

*Quid dem, quid non dem?*
Que dire, que taire?
HORACE.

Autant il est agréable de répondre, dans un salon, aux questions que les gens du monde adressent à ceux qu'ils savent s'occuper des phénomènes du ciel, autant il est périlleux de traiter en astronomie un sujet déterminé quand il n'est indiqué ni par la curiosité du lecteur ni par l'à-propos de quelque nouvelle scientifique. Depuis que les influences de la lune, des éclipses, des planètes et des comètes ont été reléguées dans l'astrologie, et celle-ci elle-même reléguée dans l'immense magasin des vieilles erreurs que l'esprit humain a abandonnées en arrivant à l'âge mûr, les brillants phénomènes célestes ont beaucoup perdu de l'intérêt populaire qui s'y rattachait, quand on croyait y trouver des pronostics de médecine, de politique ou de religion. On ne s'occupe plus maintenant de l'*âge de la lune* dans les soins qu'on donne aux malades et dans les travaux de l'agriculture. Les comètes n'annoncent plus la mort des rois; on ne tire plus l'horoscope des princes. Wallenstein, s'il eût vécu de nos jours, n'aurait point eu

sa planète Jupiter. Enfin l'indifférence naturelle du public pour ce qui ne peut être ni objet de crainte ni sujet d'espérance a mis d'étroites bornes à la curiosité active qui s'enquérait autrefois des mouvements des astres, et rappelle l'expression singulière de l'astronome Delambre, qui qualifiait d'inutiles les petites étoiles qui ne servaient pas à rectifier les instruments des observatoires, ou à déterminer d'une manière plus précise les mouvements du soleil, de la lune, des planètes et des comètes au travers du ciel étoilé.

Ainsi donc, à part les savants spéciaux et ceux qui sont voués aux arts pratiques qui se rapportent à l'astronomie, — comme la marine, la géographie, les voyages de découverte, la chronologie, la mesure des temps par toute sorte d'horloges, la détermination de la figure de la terre, — c'est toujours la pure curiosité, sans mélange d'intérêt matériel, qui fait que le public interroge un astronome, comme il interrogerait un voyageur qui arriverait d'un pays inconnu, mais avec lequel on ne pourrait aucunement présumer avoir un jour à lier des relations d'un ordre quelconque. Les taches du soleil, les montagnes de la lune, l'absence d'habitants sur cette vaste masse si près de nous, les phases de Mercure et de Vénus, les éclipses de soleil et de lune, les étoiles que cache la lune en passant entre elles et nous, les lunes nombreuses de Jupiter, de Saturne et d'Uranus, les nuages mobiles de Jupiter, les neiges que l'on voit s'amasser sur chaque pôle de la planète Mars, quand le soleil les abandonne, exactement comme sur la terre, les étoiles doubles qui tournent l'une à l'entour de l'autre et nous donnent dans le ciel de véritables cadrans sécu-

laires qui enregistrent les longues dates chronologiques comme nos calendriers le font pour nos années; enfin toutes les perturbations que développe l'action mutuelle de tous les corps planétaires qui circulent autour du soleil, corps dont la terre fait partie, — tout cela et mille autres résultats intéressants de l'observation et du calcul tirent, je le répète, leur plus grand prix aux yeux du public de la circonstance fortuite qui appelle son attention sur telle ou telle partie de la science.

D'ailleurs l'astronomie, séparée de son utile et mensongère sœur l'astrologie, qui s'adressait aux imaginations et au sentiment de l'amour du merveilleux inné dans l'homme, n'offre rien de dramatique, rien d'imprévu, rien qui soit le résultat de la volonté, du choix, de la spontanéité, encore moins de la passion. Les comètes elles-mêmes, quoique leur apparition ne puisse être prévue, marchent avec une telle régularité, qu'après trois observations l'astronome fixe leur marche subséquente. Le soleil parcourt éternellement l'écliptique; la lune ne sort jamais du zodiaque pour aller éclipser l'étoile polaire. Plusieurs siècles à l'avance, on peut prédire la direction où l'astronome, qui sera aussi loin de nous dans l'avenir que Jules César, l'auteur de notre année solaire, l'est dans le passé, devra pointer son télescope pour trouver une des planètes dont les éphémérides de notre *Bureau des Longitudes* donnent annuellement la position aux marins, aux géographes, aux voyageurs, aux horlogers et aux astronomes eux-mêmes.

Cependant l'astronomie, réduite aux exigences sévères de la plus mathématique des sciences, n'est point abandonnée par les peuples que la civilisation met au premier

rang pour la puissance comme pour le développement intellectuel. Les deux plus anciens observatoires du monde, celui de Paris et celui de Greenwich, près de Londres, ont été imités dans un grand nombre de nations. L'Allemagne, la Russie, l'Italie, et depuis peu les États-Unis d'Amérique, n'ont rien maintenant à envier à la France et à l'Angleterre. De plus, chez les deux peuples qui parlent la langue anglaise aux deux bords de l'Atlantique, et dont la population surpasse aujourd'hui 50 millions d'âmes, la distribution moins égale de la richesse parmi les particuliers, les grandes fortunes aristocratiques et commerciales, ont permis à plusieurs amateurs opulents d'élever de magnifiques instruments spéciaux dans des observatoires privés. Il suffira de citer le télescope presque fabuleux de lord Rosse en Irlande. Ce télescope a 6 pieds anglais d'ouverture et une longueur totale de près de 60 pieds; il est porté sur des murs de 72 pieds de long et 50 de hauteur; il pèse 15000 kilogrammes et a coûté 300000 francs à son noble constructeur. Qu'on se figure un moment l'œil d'un géant dont la prunelle aurait 6 pieds de diamètre! Les observatoires de Paris, de Poulkova près Saint-Pétersbourg et de Cambridge près Boston, aux États-Unis, possèdent en outre d'immenses lunettes de 14 pouces français de diamètre. L'année dernière, 1852, a vu établir en Angleterre, chez un modeste ecclésiastique, une lunette dont les verres sont encore plus grands, mais dont les effets comparatifs ne sont pas encore bien appréciés.

Qu'a-t-on fait de tous ces moyens d'observation dans ces dernières années, notamment en 1852? Commençons par les étoiles.

I.

Il n'est personne qui ne sache que notre soleil fait partie d'une vaste agglomération de soleils semblables au nôtre, qui sont les étoiles innombrables dont le ciel serein nous semble parsemé; mais ce que l'on sait beaucoup moins, c'est que cet amas prodigieux de soleils forme dans le ciel un ensemble limité, une sorte d'agglomération distincte dont l'imagination peut à peine se figurer l'étendue, quand on pense que le soleil le plus voisin du nôtre est au moins deux cent mille fois plus loin de nous que la terre ne l'est du soleil, et que cette cette dernière distance de la terre au soleil est au moins douze mille fois l'épaisseur de la terre. Tout cet ensemble de soleils, fondus à l'œil par la distance, forme ce que l'œil aperçoit tout autour du ciel sous la forme d'une clarté pâle et blanchâtre et qu'on nomme la voie lactée. Il n'est point de chiffres, point de nombres qui puissent représenter la quantité de ces soleils accumulés, entassés les uns derrière les autres dans ce vaste système de soleils qui couvre pour nous une immense région du ciel. A mesure que les télescopes, en se perfectionnant, ont pénétré plus avant dans cette masse d'étoiles, on en a aperçu de nouvelles derrière celles que le télescope pouvait atteindre et distinguer. Faisons de cet ensemble, de cette voie lactée de soleils tous distincts, une *île* au milieu du ciel, suivant l'expression admirable de M. de Humboldt, et, malgré l'immensité des dimensions de cet amas d'étoiles, nous serons bien loin encore d'avoir peuplé, d'avoir rempli, d'avoir comblé les profondeurs de l'espace accessible à nos instruments. En

effet, l'ensemble des soleils dont le nôtre fait partie, — notre voie lactée, notre nébuleuse stellaire, — n'est pas le seul dans le monde. Avant le télescope de lord Rosse, ceux des deux Herschel, père et fils, avaient sondé à fond les espaces célestes. Mais combien de *voies lactées*, d'îles de soleils isolées les astronomes ont-ils trouvées avec leurs admirables instruments et leur habileté encore plus extraordinaire? Sont-ce deux ou trois nébuleuses, comme Huyghens en voyait vers la fin du XVII[e] siècle, ou bien une centaine, comme Messier les cataloguait vers la fin du XVIII[e]? Non, la dernière revue du ciel que vient de faire paraître M. John Herschel nous en enregistre plus de quatre mille! Combien en verrait-on avec le télescope de lord Rosse?

Ainsi nous marchons d'infini en infini. Notre terre, comparée à l'homme, semble infiniment grande; elle n'est cependant qu'un point, comparée à notre soleil et à la distance qui sépare deux soleils voisins. De ces soleils, il y en a une infinité tout à fait incalculable dans notre voie lactée, et si, par l'imagination comme par le télescope, nous espaçons les unes derrière les autres les voies lactées dans l'univers comme le sont les soleils *individuels* dans chacune des voies lactées *individuelles*, nous arrivons à des limites tellement distantes de nous, que l'imagination la plus ambitieuse sent plutôt le besoin de se replier vers notre coin du monde que de poursuivre encore plus loin ces amas de soleils entassés les uns sur les autres à perte de vue télescopique.

Ceci bien compris, voici les résultats des dernières années et même des derniers mois dans l'observation astronomique de ces amas distincts d'étoiles que l'on

désigne ordinairement sous le nom de nébuleuses, parce qu'ils ressemblent, comme les petites portions de la voie lactée ordinaire, à de petits nuages faiblement lumineux. Les télescopes et les lunettes de nos jours ont montré que toutes ces agglomérations nébuleuses n'étaient réellement que des amas d'étoiles qui se séparaient et se montraient distinctes sous la puissante inspection d'un instrument plus grand et plus parfait. Les limites du monde se sont ainsi trouvées reculées prodigieusement; car, suivant l'opinion qui voyait dans ces nébuleuses, non pas des entassements de soleils, mais bien une véritable matière continue disséminée dans l'espace, rien n'obligeait à reculer ces limites, comme l'exige l'idée de soleils distincts et d'amas de soleils distincts espacés les uns à côté des autres à partir du point d'où nous les observons. Ainsi, d'après les observations modernes, de l'homme à la terre un infini, de la terre au soleil un second infini, du soleil à l'amas de soleils qui constitue la voie lactée un troisième infini, enfin un quatrième infini de la voie lactée à l'ensemble de toutes les voies lactées qui peuplent le ciel. Voilà quatre infinis successifs de grandeurs que nous franchissons à l'aide de nos instruments d'optique, et personne ne pensera sans doute que nous ayons atteint les bornes du monde matériel.

Passons de ces ensembles illimités à l'observation individuelle des étoiles : un autre étonnement nous attend dans cette localité, aussi restreinte que le champ des nébuleuses était vaste. Dans plusieurs cas, à côté d'une étoile brillante on distingue une seconde étoile moins brillante, et qui semble presque la toucher, avec

des instruments de faible pouvoir. En observant ces étoiles doubles pendant plusieurs dizaines d'années, William Herschel le père constata que les deux étoiles tournaient l'une à l'entour de l'autre. Observées en plein ciel, tantôt la petite était au-dessus de la brillante, plus tard elle se voyait à côté, plus tard encore elle se voyait au-dessous. Il y a telle étoile double qui accomplit cette évolution en un tiers de siècle, telle autre en un demi-siècle; d'autres exigent pour leur période plusieurs centaines d'années. Quel embarras peuvent maintenant trouver les chronologistes à fixer des ères éternellement stables, puisque telle année où telles étoiles doubles auront telle position relative entre elles ne pourra être confondue avec aucune autre année, dût-on prolonger le temps à dix mille, à cent mille années? Il suffit déjà, pour établir ces grandes périodes, de prendre les étoiles doubles à mouvement bien connu que contient le grand ouvrage dont M. Struve, le directeur de l'observatoire impérial de Poulkova, vient d'enrichir la science des étoiles, qui semble son domaine exclusif et privilégié par le mérite et par la renommée.

Nous ne nous étendrons pas sur ce qui a été fait dans cette branche de l'astronomie : pour ce qui regarde la scintillation des étoiles expliquée par M. Arago, d'après sa théorie et ses observations sur les étoiles variables ainsi que sur bien d'autres récentes découvertes d'astronomie stellaire, les savantes et claires Notices scientifiques insérées par l'illustre académicien dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* n'ont laissé rien à dire. Dans ces Notices, on reconnaît l'expérience d'un observateur consommé aidé de la science d'un mathématicien de

l'école de Laplace et de connaissances complètes dans la science de la lumière, qui lui doit de son côté ses plus admirables progrès. Dans toutes les branches de la science des étoiles en un mot, l'année 1852 a continué partout l'activité des années précédentes.

En descendant des étoiles à notre soleil par un pas qui, comme nous l'avons déjà dit, n'est pas moindre que deux cent mille fois la distance de la terre au soleil, laquelle surpasse elle-même 150 millions de kilomètres, nous voilà dans la région des planètes entre lesquelles nous comptons notre terre. Les anciens, qui mettaient à tort le soleil et la lune au rang des planètes, en comptaient sept; nous en connaissons maintenant, ou pour mieux dire aujourd'hui, trente et une. Je dis aujourd'hui et au moment où j'écris (1), car, quoique la dernière découverte date du 15 décembre 1852, il est possible que cette année, féconde en planètes (elle nous en a révélé huit), nous en donne encore une avant le 1er janvier 1853. On peut grouper commodément ces trente et une planètes, en remarquant qu'à partir du soleil quatre planètes de grosseur moyenne, Mercure, Vénus, la terre, ou si l'on veut Cybèle, et Mars, circulent autour de cet astre central et dans son voisinage, tandis qu'aux limites du domaine du soleil quatre grosses planètes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, se meuvent dans d'immenses orbites; la dernière même est trente fois plus éloignée du soleil que ne l'est Cybèle. Entre ces deux groupes, c'est-à-dire entre Jupiter, le moins éloigné du soleil dans le groupe des grosses pla-

(1) 25 décembre 1852.

nètes, et Mars, la plus distante du soleil parmi les planètes moyennes voisines du soleil, sont venues se grouper vingt-trois petites planètes formant une sorte de volée de très-petites planètes peu distantes les unes des autres, et occupant l'espace qui sépare l'orbite de Mars de celle de Jupiter. Voici les noms et les dates de découverte de ces vingt-trois petits corps célestes, avec les noms des astronomes à qui nous les devons ; on y voit que l'année 1852 nous a donné huit de ces corps célestes :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1801. | α Cérès ...... | Piazzi ....... | Palerme. |
| 1802. | β Pallas.... . | Olbers I...... | Brême. |
| 1804. | γ Junon...... | Harding ..... | Lilienthal. |
| 1807. | δ Vesta ...... | Olbers II..... | Brême. |
| 1845. | ε Astrée...... | Encke I...... | Driesen. |
| 1847. | ζ Hébé....... | Encke II..... | Driesen. |
| 1847. | η Iris ........ | Hind I....... | Londres. |
| 1847. | θ Flore....... | Hind II ...... | Londres. |
| 1848. | ι Métis....... | Graham...... | Markree (Irlande). |
| 1850. | κ Hygie ...... | Gasparis I.... | Naples. |
| 1850. | λ Parthénope. | Gasparis II... | Naples. |
| 1850. | μ Victoria.... | Hind III...... | Londres. |
| 1850. | ν Égérie...... | Gasparis III .. | Naples. |
| 1851. | ξ Irène ...... | Hind IV ..... | Londres. |
| 1851. | ο Eunomia ... | Gasparis IV .. | Naples. |
| 1852. | π Psyché ..... | Gasparis V ... | Naples. |
| 1852. | ρ Thétis...... | Luther....... | Dusseldorf. |
| 1852. | σ Melpomène. | Hind V ...... | Londres. |
| 1852. | τ Fortuna.... | Hind VI...... | Londres. |
| 1852. | υ Massalia.... | Chacornac ... | Marseille. |
| 1852. | φ Lutetia ..... | Goldschmidt . | Paris. |
| 1852. | χ Calliope.... | Hind VII..... | Londres. |
| 1852. | ψ Thalie ..... | Hind VIII..... | Londres. |

On sera peut-être surpris du grand nombre de petites planètes que MM. Hind et Gasparis ont ajoutées et ajouteront sans doute encore au groupe placé entre Mars et Jupiter. Pour juger du mérite et de l'immensité du travail nécessaire pour découvrir des astres d'un si faible éclat, il nous suffira de dire que c'est en intercalant sur une carte d'étoiles déjà faite toutes les petites étoiles que le télescope peut atteindre, que l'on arrive, en y regardant bien soigneusement, à reconnaître que quelques-uns de ces points brillants ont changé de place et sont de véritables planètes dont on assigne ensuite la distance au soleil et le temps de la révolution. C'est en 1846 que M. Galle, à Berlin, sur les indications de M. Le Verrier, reconnut la planète Neptune. Tout le monde sait encore qu'Uranus fut trouvé en 1781 par William Herschel. Quant aux planètes visibles à l'œil nu, on est libre de faire remonter jusqu'à Adam la date de leur première observation.

Les astronomes, si heureusement récompensés de leurs travaux en 1852 par la conquête de huit planètes, petites sœurs de notre terre, ne l'ont pas été moins dans la découverte de comètes télescopiques, c'est-à-dire invisibles à nos yeux sans l'aide des instruments d'observatoire. Mais quel intérêt le public peut-il prendre aujourd'hui à l'un de ces mille petits nuages du chaos arrivant des profondeurs du ciel pour y retourner à jamais, incapables de servir ou de nuire, et si légers, que l'on peut dire à la lettre que, sous le rapport de leur ténuité, de leur peu de solidité, de leur peu de substance matérielle enfin, ces astres, — plus légers cent mille fois que l'air qui constitue le souffle des vents,

— ces astres, disons-nous, sont sur l'extrême limite de l'existence? Il est difficile même de bien se figurer à quel point est diffuse la matière nuageuse dont ils sont formés. En empruntant aux anciens alchimistes l'expression par laquelle ils désignaient une certaine vapeur métallique très-légère, nous dirons que les comètes sont *un rien visible*. Elles n'ont pour nous pas d'autre qualité, d'autre propriété physique que leur visibilité. — Eh bien! alors, me disait un interlocuteur enchanté d'en finir avec les comètes, s'il en est ainsi, — *Comète, que me veux-tu?*

Je serais cependant fâché de diminuer l'importance scientifique réelle de ces astres, et surtout celle des quatre comètes à révolution fixe que nous connaissons déjà : savoir, celles qui portent les noms de Halley, de Encke, de Biéla, et de notre compatriote M. Faye. Ces comètes *inutiles* au public ont vérifié la loi de Newton sur l'attraction, permis de sonder les cieux autour du soleil à de grandes distances, donné des lumières sur la constitution des espaces célestes, et enfin, suivant les idées timidement mais obstinément présentées par l'illustre inventeur des locomotives, M. Séguin, de l'Institut de France, elles nous promettent des notions sur cet amas de petits corps, de matière chaotique, suivant l'expression de Chladni, qui circule autour du soleil dans la région zodiacale concurremment avec les grosses planètes, et qui nous donne les météores appelés étoiles filantes d'une part, et de l'autre ces redoutables bolides ou globes solides qui s'engagent parfois dans notre atmosphère, s'y échauffent et y font explosion en canonnant la terre, sur toute leur direction, de leurs éclats pier-

reux. Ces pierres *tombées du ciel*, comme on les appelle ordinairement, ont plusieurs fois tué des hommes et incendié des habitations. — Pour prendre ces malfaisants visiteurs des espaces célestes sous un point de vue moins sérieux, espérons qu'avec le progrès des sciences et la diffusion des connaissances astronomiques, les romanciers et les auteurs dramatiques trouveront dans les bolides de nouveaux moyens de punir le crime triomphant et de relever la vertu appauvrie et souffrante. Une masse de fer comme celle que Pallas observa en Sibérie viendra des espaces célestes écraser le pervers opulent, et un lingot d'or non moins immense tombera dans la triste retraite du juste indigent.

L'année 1852 a vu commencer la publication des beaux travaux ordonnés par l'empereur de Russie pour la détermination de la figure de la terre. Ces travaux sont dus à M. Struve. La *géodésie*, car c'est ainsi qu'on désigne la mesure de la terre et la détermination de sa figure, est vraiment une science française par l'initiative de notre nation. Écoutons l'astronome royal d'Angleterre, M. Airy, homme aussi élevé moralement au-dessus des injustes vanités nationales reprochées à sa nation qu'il l'est scientifiquement par ses beaux travaux de théorie et d'observation. M. Airy s'exprime ainsi : « On lit dans l'*Histoire de la Civilisation*, par M. Guizot, que *la France a été le plus grand pionnier de la science; que, généralement parlant, la civilisation est originaire de France*. Je pense qu'en matière de science, il en est ainsi que l'affirme M. Guizot. Quand la question de la figure de la terre vint à être débattue, deux expéditions célèbres s'effectuèrent sous les auspices du gou-

vernement français. Ce furent les deux premières grandes expéditions inscrites dans l'histoire du monde. L'une fut envoyée en Laponie, près du pôle; l'autre le fut au Pérou, sous l'équateur, — et jamais expéditions ne se rendirent plus justement célèbres que ces deux-là. »

On était alors presque au milieu du XVIIIe siècle. Au commencement de celui-ci, les travaux faits en France ont continué la gloire nationale et illustré les noms de MM. Delambre, Méchain, Biot et Arago. L'Angleterre, dans son territoire restreint, a mesuré très-exactement sa portion de surface terrestre dans les deux sens, et notamment de l'est à l'ouest, par le beau travail de M. Airy, dont je viens de citer le nom; mais, dans ses immenses possessions de l'Inde, l'Angleterre a fait mesurer un arc de même étendue que l'arc de France. Celui de Russie pose une de ses extrémités au cap Nord, et l'autre sur la mer Noire. Enfin les États-Unis, en ce moment même, mesurent la terre sur leur vaste territoire. Les travaux, confiés à la direction de M. Bache, l'arrière-petit-fils de Franklin, sont dignes d'un peuple qui a tout un continent pour territoire, et dont la population, aujourd'hui presque égale à celle de la France, comptera en 1900 plus de cent vingt millions d'âmes. Dans la vie des peuples, 1800 c'était hier; 1900, ce sera demain!

## II.

Ainsi que le remarque Laplace, l'astronomie actuelle est la seule science en possession de prédire les événements futurs plusieurs siècles à l'avance. Il est bien entendu que ces prédictions n'ont pour objet que la

prescience des faits astronomiques, c'est-à-dire de la position des astres dont les mouvements enchaînés par les calculs théoriques sont infailliblement nécessaires, autant infaillibles, par exemple, que l'heure du lever et du coucher du soleil dans telle localité, à tel jour de l'année. Où sera le pôle dans trente siècles? Où sera le soleil? Où seront les planètes? Quel sera l'aspect des étoiles doubles? Quelle longueur auront les différentes saisons? Tout cela peut être prédit, et sous ce point de vue, la curiosité s'en rapporte volontiers à l'infaillibilité des mathématiques. Cherchons donc ce qui est moins certain. D'après l'activité scientifique universelle, essayons de préciser ce que nous pouvons espérer pour 1853, 1854 et plus tard.

La grande lunette de l'Observatoire de Paris, convenablement portée sur le pied parallactique voté par la chambre française, marquera une ère dans la science des astres, où, suivant Fontenelle, *l'art d'observer, qui n'est que le fondement de la science, est lui-même une très-grande science.* Tous les problèmes sur lesquels les observateurs de Paris doivent interroger le ciel sont déjà prêts. Les observatoires de France, d'Allemagne, d'Italie, de Russie, de l'Inde, du cap de Bonne-Espérance, d'Angleterre, du Canada, les nombreux observatoires des États-Unis, tous les observatoires privés de l'Angleterre et de l'Amérique, ne resteront pas oisifs. Le nombre des petites planètes s'accroîtra sans doute jusqu'à trente, en descendant jusqu'aux points presque imperceptibles du ciel étoilé, observés avec des télescopes de plus en plus puissants. La théorie de la lune, dont les positions guident le navigateur et le voyageur

dans les déserts des océans et des pays inconnus, sera perfectionnée, et, au lieu d'atteindre un demi-siècle de prévisions exactes, franchira un ou deux siècles d'intervalle. Les comètes dont le retour est attendu se montreront à l'appel des éphémérides mathématiques; d'autres seront découvertes, et on pourra raisonner sur leur ensemble. Enfin la géographie astronomique, en Russie et en Amérique surtout, atteindra la précision qu'elle a depuis longtemps en France et depuis plusieurs années en Angleterre. De nouvelles lunes seront, comme dans ces dernières années, ajoutées à celles que l'on connaissait déjà autour de Saturne, d'Uranus et de Neptune, et peut-être même autour de Jupiter et de Vénus. Les éclipses n'offriront pas, en 1853, grand intérêt. Les observateurs qui, en juillet 1851, s'étaient trouvés réunis en Norwége et en Prusse pour l'éclipse totale de soleil, se sont donné rendez-vous en Algérie pour celle de 1861. Enfin nous aurons la géographie de la lune, que les grands instruments permettent d'observer à peu près aussi bien que du sommet du Puy-de-Dôme on observe la Limagne d'Auvergne, ou bien les vallées du Roussillon du sommet du Canigou, ou enfin les vallées suisses du sommet des Alpes. Cette géographie de la lune, ou plutôt cette géologie, plaines par plaines, volcans par volcans et même rochers par rochers, nous dévoilera de curieuses lois de formations de terrains sur ce vaste globe désert où rien ne change, rien ne végète, où il n'y a ni pluies, ni neiges, ni vents, ni mers, ni rivières, encore moins aucune trace ou empreinte des travaux ou de l'existence des êtres vivants, tandis que sur Mars, qui est quatre cents fois

plus éloigné, et même sur Jupiter, bien plus éloigné encore, nous apercevons les effets de plusieurs des météores qui se développent sur une si grande échelle dans notre atmosphère. L'atmosphère elle-même semble totalement manquer à la lune. Lord Rosse nous promet une étude complète de la géologie de notre satellite, qui a déjà été l'objet de plusieurs observations de M. William Bond, de l'observatoire de Cambridge, près Boston, pourvu, comme nous l'avons dit, d'une lunette égale à celles des observatoires de Paris et de Saint-Pétersbourg.

Mais, dira-t-on, voilà de la science d'observatoire qu'il faut acheter au prix de la construction d'instruments immenses, difficiles à se procurer et encore plus difficiles à manier et à utiliser dans le petit nombre d'heures où le ciel, parfaitement limpide et serein, permet de pousser les instruments à toute la puissance dont ils sont susceptibles ! En défalquant les nuits où la clarté de la lune gêne les observations délicates autant que le jour gène les observations ordinaires des étoiles, William Herschel, que l'on peut regarder comme l'incarnation du génie observateur, ne comptait pas en Angleterre plus de cent heures par an pour les observations parfaites; nous n'en avons pas le double à Paris. Transporter les grands instruments astronomiques au sommet des Alpes, des Pyrénées, des chaînes de l'Himalaya dans l'Inde ou des Cordillières d'Amérique, c'est ce qui se fera, mais qui est encore moins accessible au public que la construction des observatoires. N'y a-t-il donc rien pour l'*astronomie bourgeoise*, pour ainsi dire, pour l'astronomie populaire, peu ambi-

tieuse, qui voudrait vérifier seulement les principaux phénomènes célestes, sauf à croire sur parole les observateurs que leur position professionnelle ou l'amour de la gloire porte à tenter ce qu'il y a de plus difficile dans cette difficile science d'observation? Nous nous sommes occupé, il y a plus de vingt ans, de cette question d'un mérite modeste en apparence, mais en réalité recommandable par le grand nombre de personnes auxquelles elle ouvre la contemplation des plus beaux phénomènes célestes. Sous notre direction, M. Soleil, l'excellent opticien, après de persévérantes tentatives, a construit une lunette ou télescope astronomique et terrestre tout à fait portatif et de la même force à peu près que les instruments avec lesquels, sur les places publiques de Paris, le public est admis, pour quelques centimes, à l'observation des objets les plus curieux que chaque saison nous présente dans le ciel.

Je suppose donc un instrument de cette force, qui est à peu près celle des lunettes employées dans la télégraphie non électrique ou par les capitaines de marine sur les vaisseaux bien approvisionnés; je le suppose, dis-je, en 1853, entre les mains d'un amateur tout à fait inexpérimenté. Il mettra d'abord le tuyau des oculaires terrestres, et il se donnera le plaisir très-vulgaire, mais toujours nouveau, de lire un livre à une distance d'une centaine de mètres ou l'heure sur un cadran beaucoup plus éloigné, de distinguer les arbres, les escarpements des montagnes ou les vaisseaux en mer, de jour et de nuit, avec une merveilleuse facilité; il discernera les détails microscopiques de la végétation et les mouvements des insectes d'un bout à l'autre d'un jardin de

grandeur ordinaire; il verra enfin, par les ondulations de l'air, courir le vent sur les plaines et sur les collines, comme on le voit quand il fait ondoyer les épis d'une vaste moisson près de sa maturité. Déjà familier avec la vision télescopique, il substituera l'oculaire astronomique à l'oculaire terrestre, et, observant la lune avant son premier et après son dernier quartier, le soir ou le matin, il reconnaîtra les cavités arrondies de ses cratères volcaniques et les ombres que projettent les montagnes et les collines sur les plaines et sur le fond des abîmes des cratères. De jour en jour et presque d'heure en heure, l'aspect changera, comme changent les ombres terrestres, d'heure en heure, à mesure que le soleil s'élève ou s'abaisse. Tout cela se voit en tout temps. Voici pour 1853 : dans la nuit du 28 au 29 mars prochain, la lune éclipsera la brillante étoile Bêta, du Scorpion; l'étoile sera couverte par la lune vers minuit trois quarts. Une heure après, l'étoile reparaîtra à l'autre côté de la lune. Le même phénomène, avec la même étoile, se reproduira deux lunaisons plus tard, savoir le 22 mai prochain, au moment de la pleine lune. L'éclipse commencera à huit heures trois quarts du soir, et durera jusque vers neuf heures trois quarts. Dans la même année, la planète Mars sera éclipsée par la lune le 1er août, un peu avant six heures du matin; l'éclipse durera plus d'une heure un quart. La facilité de pointer sur la lune rendra l'observation sûre; la planète disparaîtra du côté brillant de la lune, et reparaîtra à sept heures un quart du côté obscur de cet astre.

L'observateur, après avoir armé son oculaire d'un verre noir disposé tout exprès, verra en 1853, comme

en toute autre année, les taches noires du soleil, que rien ne nous peut faire prévoir jusqu'ici, mais qui manque rarement pendant plusieurs mois. En suivant la position de ces taches, il s'assurera que cet astre dominateur de notre système planétaire, et qui est quatorze cent mille fois plus gros que la terre, tourne sur lui-même en vingt-cinq ou vingt-six jours.

La planète Vénus n'offrira point cette année ces beaux croissants analogues à ceux de la lune, qui font la délectation des amateurs d'astronomie populaire, et qui servirent si bien à Galilée pour prouver, d'accord avec Copernic, que la terre n'est point le centre des mouvements des planètes. Ce ne sera que tardivement, le 28 décembre 1853, qu'elle nous montrera son disque à demi illuminé et coupé en deux, comme la lune à son premier et à son dernier quartier. Ses beaux aspects en croissants, à cornes très-aiguës, ne se montreront qu'en 1854.

Mercure, quoique plus petit et plus difficile à voir bien nettement, offrira des croissants très-aigus le 5 et le 16 avril 1853, le 13 et 23 août, le 1er et le 11 décembre; il aura l'aspect d'une lune âgée de trois à quatre jours. Il sera préférable pour la netteté de la vision aussi bien que pour Vénus d'observer la planète avant la fin du crépuscule et quand le ciel est encore bien illuminé par le reflet atmosphérique des rayons solaires.

Mars n'offrira rien d'intéressant aux lunettes ordinaires.

Jupiter sera dans son plus grand éclat et dans sa plus grande proximité de la terre pendant le mois de juin, et à cette époque il sera en plein ciel à minuit.

Quoique cette année cette belle planète soit très-abaissée vers le sud, le télescope montrera très-bien les bandes obscures qui suivent son équateur, et que l'on assimile à l'aspect que doivent offrir les courants de nos vents alizés pour les observateurs de la terre situés dans les autres planètes. Notez que dans Jupiter, où règne un printemps perpétuel, les courants atmosphériques doivent avoir une régularité qui ne peut appartenir aux courants aériens de notre terre, lesquels sont perpétuellement troublés par les changements des saisons. Je renvoie aux éphémérides astronomiques ceux qui voudraient être témoins d'une de ces éclipses des quatre lunes de Jupiter si curieuses par leur analogie avec nos éclipses de lune. Ces quatre lunes elles-mêmes, avec toutes leurs configurations de chaque côté de la planète principale, sont un objet du plus haut intérêt, même pour les personnes les plus indifférentes aux notions astronomiques. La *Connaissance des Temps pour* 1853, publiée par le Bureau des Longitudes de France, donne pour chaque jour la configuration des quatre lunes de Jupiter des deux côtés de leur planète principale, et c'est toujours une surprise pour les personnes peu habituées à la précision astronomique de trouver dans le champ de la lunette l'aspect indiqué longtemps d'avance par le calcul — reproduit fidèlement dans le ciel.

Saturne et son anneau seront bien visibles au milieu de novembre 1853. Un faible télescope peut à peine atteindre à la visibilité du plus brillant de ses huit satellites ou lunes. Saturne, en 1853, sera très-haut dans notre ciel boréal et très-favorablement situé pour l'observation. Quant à Uranus, qui, dit-on, était connu des

habitants d'Otahiti, qui l'observaient à l'œil nu avant qu'Herschel le découvrît en Angleterre, il y a si peu de cas où son voisinage d'une étoile bien visible permette de l'observer commodément, qu'il serait superflu d'insister sur les moyens de le trouver, surtout quand on pense que le résultat de cette pénible recherche ne serait que la vue d'un point faiblement brillant tout semblable à une petite étoile.

Aucune des comètes à période connue ne revient en 1853. La comète attendue en 1848 manque depuis lors au rendez-vous et fait conjecturer quelque perturbation extraordinaire; mais cela n'a rien à fournir à l'astronomie populaire.

Depuis qu'en Amérique le télégraphe électrique a été employé à la détermination des longitudes, cet admirable appareil peut être considéré comme un véritable instrument d'astronomie. Notre belle administration télégraphique française vient d'atteindre Marseille ces jours derniers, et dans le courant de 1853 le réseau télégraphique de la France sera complété. Déjà, en septembre 1851, le télégraphe électrique sous-marin avait relié l'Angleterre à la France et l'observatoire de Paris à celui de Greenwich. Plus tard, l'occasion s'offrira peut-être de constater ici plusieurs des curieux résultats obtenus dans l'ancien et le nouveau continent par l'électricité de la pile de Volta. Je me bornerai à dire aujourd'hui que l'idée de faire traverser l'Atlantique tout entier à un câble électrique allant d'Europe aux États-Unis me semble d'une difficulté insurmontable, et que la seule voie pour relier télégraphiquement les deux mondes, c'est de passer par le détroit de

Behring, qui, avec les îles qui le partagent en deux, n'offre pas plus de difficulté que la Manche pour la pose d'un câble électrique sous-marin.

Si les astres, en perdant toute influence sur les destinées des hommes, ont aux yeux du vulgaire perdu tout l'intérêt qui s'attachait à leurs mouvements et à leur position, nous trouvons cependant un cas où cette influence se manifeste sur notre globe; il est bien entendu que c'est une influence physique et non une influence morale : je veux parler des marées. Tous les jours, sous l'influence de la lune et du soleil, les océans terrestres se soulèvent et s'abaissent deux fois. Deux fois par jour, le rivage est envahi par le flux et ensuite abandonné par le reflux. Cette incessante énergie des astres moteurs, et cette perpétuelle obéissance des plaines liquides aux lois mécaniques de la nature, se traduisent par des mouvements tellement continus, que l'Océan semble animé; mais c'est surtout sur les côtes de France que ces alternatives se déploient sur une grande échelle. Un phénomène encore plus curieux est celui dont nous avons donné ici même la description et l'explication : je veux parler de la barre ou *mascaret* de la Seine, c'est-à-dire de cet immense et formidable flot qui, aux époques des pleines lunes et des nouvelles lunes des équinoxes, envahit subitement le bassin de la Seine dans les parages de Quillebœuf, à l'embouchure du fleuve. Pour être témoin de ce grand mouvement des eaux, supposons en 1853 un curieux partant de Paris pour Rouen, et de cette dernière ville arrivant en peu d'heures à Quillebœuf, par la voie de Pont-Audemer. Si c'est au 26 ou au 27 mars 1853, au 24 ou au 25 avril,

au 3 ou au 4 octobre, ou bien enfin au 2 ou au 3 novembre, il contemplera le plus beau et le plus curieux de tous les phénomènes de l'Océan. Des grèves à perte de vue, sablonneuses et vaseuses, des rives basses, une rivière indigente d'eau, comparativement à son lit immense, seront, à une heure prévue, inscrite dans les éphémérides astronomiques, envahies avec fracas par une profonde plaine liquide poussée d'un mouvement irrésistible, au milieu du calme le plus complet, et dans le silence des vents et des orages. Ce n'est pas savoir profiter des beautés de la nature que de ne point aller observer ces magiques coups de théâtre de l'Océan, quand ils sont si près de nous et d'un accès si facile.

Je terminerai en émettant le vœu que le goût et la pratique de l'astronomie deviennent assez populaires en France pour engager les amateurs à soulager autant que possible dans leurs travaux les astronomes de profession, écrasés par les observations et les calculs réguliers des grands observatoires. Pourquoi ne verrions-nous pas chez nous, comme en Angleterre et aux États-Unis, des amateurs intelligents et dévoués établir dans des observatoires privés des instruments spéciaux, pour suivre telle ou telle branche de cette belle science de la nature, dont le domaine embrasse l'immensité de l'univers? Le grand Herschel lui-même, qu'était-il par rapport à l'observatoire royal d'Angleterre, sinon un simple amateur? Et cependant qui jamais a fait plus que lui pour l'astronomie? A part toute bravade d'esprit national, la France, dans l'astronomie comme ailleurs, peut-elle accepter une infériorité?

# ASTRONOMIE DESCRIPTIVE.

# ASTRONOMIE DESCRIPTIVE.

L'astronomie, ainsi que plusieurs des sciences d'observation qui sont susceptibles d'applications mathématiques, peut être étudiée ou exposée à trois degrés divers de difficulté. D'abord on peut faire connaître, ou pour ainsi dire raconter les résultats de cette belle science en exigeant du lecteur une confiance aveugle dans les calculs et les observations des savants. C'est proprement alors la science descriptive, qui enregistre toutes les conquêtes de l'esprit humain et connaît l'univers par ouï-dire. Suivant le précepte d'Horace, celui qui entreprend cette exposition difficile doit avoir principalement pour but la clarté du sujet qu'il veut développer, et *abandonner les objets sur lesquels il désespère de jeter de l'éclat*. Sous ce point de vue, les célèbres leçons de M. Arago et le *Cosmos* de M. de Humboldt sont des modèles parfaits. Une seconde manière bien plus sérieuse d'étudier l'astronomie exige l'emploi des formules mathématiques, en général assez simples, au moyen desquelles les astronomes praticiens enchaînent les observations pour en déduire les lois des mouvements celestes. Ici on peut vérifier soi-même, en partant des observations consignées dans les registres des grands établissements, toutes les déductions précédemment admises, et même tirer de ces observations

les conséquences nouvelles qui auraient échappé à ceux qui les premiers ont eu ces registres à leur disposition. L'astronomie est tout entière dans cette union de calculs suffisamment élevés pour utiliser les données de l'expérience avec les observations portées par la sagacité, l'habileté et la persévérance des astronomes au plus haut point de précision qu'il soit donné à l'homme d'atteindre.

Le troisième degré d'études astronomiques est pour ainsi dire tout à fait mathématique. Les Newton, les d'Alembert, les Lagrange, les Laplace sont partis des lois établies par la méthode précédente, et dans leurs calculs transcendants ils ont embrassé l'état passé, présent et futur du monde, pesé la stabilité de son organisation, reconnu les actions mutuelles de tous les corps célestes, déterminé leurs formes, et enfin prédit leur avenir, toujours vérifié jusqu'ici par l'observation directe. Quant aux brillants résultats de ses hautes spéculations par rapport au but que la puissance créatrice paraît avoir voulu atteindre dans le balancement de toutes les causes de perturbation qui agissent sans cesse dans notre système solaire, rien ne peut surpasser métaphysiquement, aussi bien que mathématiquement, ces chefs-d'œuvre de l'esprit humain, aussi accessibles à l'intelligence de celui qui en lit l'exposition qu'ils étaient pour ainsi dire introuvables pour tout autre que le génie mathématique qui les a tirés des mystères de la nature.

A ce point de vue, les conquêtes de l'astronomie mathématique la plus transcendante rentrent dans le domaine de la science d'exposition pure et simple, que

j'appellerai *astronomie descriptive ;* celle-ci est la seule qui puisse être mise sous les yeux des gens du monde, et quand Ptolémée, à la fin d'une longue vie consacrée à la science des astres, grava dans le temple de Sérapis, à Canope, les principaux résultats de ses longues recherches, il énonça *descriptivement* les éléments du système du monde. Si, pour les esprits orgueilleux, la science perd de son prix en devenant accessible à tous par le sacrifice qu'elle fait de ses théories transcendantes, la considération d'utilité publique, actuellement si bien appréciée, doit encourager, ou, si l'on veut, excuser ceux qui visent à une exposition élémentaire des vérités scientifiques. Aux mécontents qui demandent l'impossible, c'est-à-dire d'étudier à fond, sans le secours des mathématiques, la science la plus mathématique de toutes, il faut dire comme Euclide au tyran de Syracuse : « Étudiez les théories comme elles sont, il n'y a point ici de chemin privilégié pour les rois ! ».

Quelques assertions, quelques idées émises par nous dans l'article précédent (1) ont suscité des questions importantes à traiter, — et d'abord la coopération des amateurs d'astronomie aux progrès de la science. Plus tard peut-être nous traiterons avec détail ce sujet si fécond en belles conséquences. Contentons-nous ici de quelques indications rapides. Voici donc les observations qu'on peut recommander à la curiosité des amateurs : — vé-

(1) Page 113. — La première occultation de l'étoile du Scorpion, que nous annoncions dans cet article, a eu lieu dans la nuit du 28 au 29 mars, de $12^h 44^m$ à $1^h 50^m$ du soir, temps de Paris.

rifier à l'œil nu le nombre des étoiles visibles et leur éclat relatif, — bien établir la couleur de celles qui ne sont pas blanches, — observer les étoiles variables d'éclat et leur période de variation, — découvrir de nouvelles étoiles variables par des comparaisons suivies, — faire les mêmes observations avec une petite lorgnette d'opéra grossissant deux ou trois fois, — faire la même revue avec une bonne lunette de voyage comme celle que nous avons décrite dans un premier article sur l'*astronomie*, — observer la scintillation d'après la théorie de M. Arago dans les diverses circonstances atmosphériques, — voir l'influence de l'illumination du ciel, — trouver les comètes dans les localités où le ciel est très-pur, en passant en revue avec un chercheur tout le ciel occidental le soir, et le ciel oriental le matin, — compter et observer les étoiles filantes pour déterminer les variations horaires de leur nombre, — noter l'apparition des aurores boréales et leur effet sur l'aiguille aimantée, — suivre les apparitions de la lumière zodiacale au printemps et à l'automne, et son étendue dans le ciel, — même chose pour la voie lactée afin d'avoir la mesure de la transparence de l'atmosphère, — observer et photographier les taches du soleil et les divers accidents de sa surface, — comparer entre elles avec précision les diverses étoiles, quant à leur éclat, au moyen des procédés exacts de M. Arago, — en supposant l'observateur en possession d'une lunette suffisamment forte, faire la géographie de la lune, — observer les taches, les phases et les particularités physiques des planètes, — étudier en détail diverses parties de la voie lactée, et compter les étoiles dans chaque espace

qu'embrasse le champ de la lunette pour connaître leur distribution jusqu'à un certain ordre de grandeur, — voir passer les ombres des satellites sur les planètes et en tirer des résultats divers, — suivre le mouvement des taches de ces planètes et la chute des neiges aux deux pôles de Mars, — observer les curieuses variations de l'anneau de Saturne, — veiller à la réapparition des comètes périodiques (celle de Brorsen a passé sans être aperçue, en 1851, et a été ajournée à 1857); — en général, suivre toutes les observations qui n'entrent pas dans le plan régulier des travaux des grands observatoires, surtout si l'on peut porter des lunettes à de grandes hauteurs où l'atmosphère opposerait moins d'obstacles à la vision parfaite des corps célestes.

Enfin, si l'on suppose un amateur en possession d'un seul bel instrument spécial, comme cela a lieu dans les observatoires privés d'Angleterre, il pourra pousser plus loin qu'aucun autre astronome la partie de la science pour laquelle il aura installé son instrument spécial; mais le prix toujours très-élevé d'un pareil instrument, et surtout le zèle et la persévérance qu'il faut avoir pour l'utiliser, ne permettent pas d'espérer que le nombre des travailleurs bénévoles soit de longtemps au niveau des besoins de la science. Là cependant est une perspective certaine de gloire pour l'amateur habile, d'utilité pour la science et d'honneur pour notre pays.

Passons à une réclamation en faveur des comètes qui a été faite à l'occasion de ce qui a été dit sur le peu d'influence physique des comètes sur la terre. On nous accuse d'avoir trop déprécié ces astres curieux. Réparation d'honneur, pourvu qu'il soit bien constaté qu'ils

ne peuvent exercer aucune action ici-bas, et que la terre, dût-elle traverser une comète tout au travers, ne s'en apercevrait pas plus que si elle traversait un nuage qui serait cent mille millions de fois plus léger que notre atmosphère, et qui ne pourrait pas plus se faire jour au travers de notre air que le souffle d'un soufflet ordinaire ne pourrait traverser une enclume.

Certainement, lorsque Newton appliqua les lois de l'attraction aux comètes, lorsque lui et Halley trouvèrent la forme de l'orbite de ces corps, ce fut une belle vérification de la plus grande découverte de l'esprit humain; — lorsque, en 1838 et en 1848, la comète de Encke nous donna la mesure de Mercure, dont la masse était inconnue jusque-là, ce fut un beau résultat scientifique; mais le monde non astronomique s'en émut-il? En 1835, la belle comète de Halley, qui revient tous les soixante-seize ans, fit-elle grande sensation? Évidemment non. On ne pouvait engager les gens du monde à sacrifier, sur le pont des Arts, quelques minutes pour regarder ce bel astre suspendu au-dessus de l'occident, astre dont ils savaient le retour prédit par les calculateurs, dont ils n'attendaient ni bien ni mal, et qui ne parlait pas même à l'instinct naturel de curiosité inhérent à tous les esprits. Mais remontons la chaîne historique des vingt-cinq apparitions de cette comète, depuis 1835 jusqu'à l'an 13 avant notre ère, en suivant les auteurs européens et les observateurs chinois qui nous ont transmis de si précieux documents. Ces réapparitions, constatées par Halley, M. Laugier et M. Hind, font pour nous un beau tableau scientifique; mais que signifiait pour les contemporains l'apparition de cette

même comète en 1456? (Je cite exprès les paroles de M. Hind et non celles de Laplace, dont on a contesté la précision rigoureuse.) « Cette comète fut vue en juin, et elle est décrite par les historiens de l'époque comme immense, terrible, d'une étendue démesurée, traînant à sa suite une queue qui couvrait deux signes célestes, c'est-à-dire soixante degrés; elle fut regardée avec la même terreur par les Turcs sous les ordres de Mahomet II et par l'armée chrétienne, les uns et les autres considérant la comète comme un présage de défaite et un signe de la colère céleste. »

Remontons à l'apparition de la même comète en 1066. Tout le monde sait que c'est l'année de la conquête de l'Angleterre par les Normands, et c'est de cette année que la dynastie actuelle date son avénement à la royauté d'Angleterre. Le fameux duc de Normandie, Guillaume le Conquérant (*William the Conqueror* placé en tête de tous les almanachs anglais), avait rassemblé des hommes d'armes français et flamands, lesquels étaient d'acier pour entamer les Anglais, qui étaient de fer; mais un de ses plus puissants auxiliaires, ce fut la comète qui porte maintenant le nom de Halley. Elle fut considérée en Angleterre comme le pronostic de la victoire des Normands, et inspira une terreur universelle qui contribua à la soumission du pays après la bataille d'Hastings, comme elle avait servi à décourager les Anglais avant la bataille. La comète est représentée sur la fameuse tapisserie de Bayeux, ouvrage de la reine Mathilde, femme du conquérant. Voilà des occasions où les préjugés donnaient une véritable importance aux comètes. Toutefois, après la brillante comète de 1811,

qui inspira encore au peuple quelques craintes superstitieuses, les comètes, autrement que pour les savants, sont tombées dans le pire discrédit, l'indifférence.

Je saisis l'occasion de rectifier une assertion qui, je le crains, n'aura pas troublé beaucoup le calme d'âme des lecteurs de ces articles. J'ai dit que la grande comète qui met à peu près trois cents ans dans sa course, qui avait paru la dernière fois en 1556, *et qui devait reparaître en* 1848, *manquait depuis lors au rendez-vous*. On peut se tranquilliser. Nous aurons la comète, mais en temps convenable. D'abord établissons qu'il ne s'agit pas d'une de ces petites comètes visibles seulement au télescope, dont la première moitié de ce siècle nous a déjà donné quatre-vingts et les dix dernières années seules trente-huit. « Combien pensez-vous qu'il y ait de comètes dans le ciel? » demandait-on à Kepler. Il répondit : « Autant que de poissons dans la mer; » *sicut pisces in oceano*. La comète de 1556 et de 1264 est une des plus grandes dont les historiens européens et chinois fassent mention. Elle a été vue en 975, en 683, en l'an 104, et toujours avec un éclat extraordinaire. Reconnue comme périodique par Dunthorne, calculée par lui et par Pingré, elle était annoncée partout comme devant reparaître en 1848. Je substitue à mes inquiétudes sur *la perte* de cette belle comète les inquiétudes de sir John Herschel, qui ont bien une autre autorité. Voici comment il s'exprime dans son admirable ouvrage anglais intitulé *Esquisses d'Astronomie* (*Outlines of Astronomy*), dont la préface est datée de 1849 : « Une autre grande comète dont le retour dans l'année 1848 a été considéré comme haute-

ment probable par plusieurs éminentes autorités dans le département de l'astronomie est celle de 1556, qui, par la terreur qu'inspirait son aspect, détermina, suivant quelques historiens, l'abdication de l'empereur Charles-Quint... Quoique, au moment où ces lignes sont écrites, une telle comète n'ait point encore été observée, il faut attendre au moins qu'une seconde année s'écoule avant de prononcer que le retour de cette comète est une chose désespérée. »

Cependant 1849, 1850, 1851 et 1852 s'étaient écoulés, et la comète, cette grande comète, ne reparaissait pas! En voici enfin des nouvelles que je prends dans l'excellent Traité de M. Hind que je viens de recevoir : nous les devons à un savant calculateur de Middelbourg, dans la Zélande, M. Bomme, qui semble avoir résolu la question dans toute sa rigueur. Inquiet comme tous les astronomes de la non-arrivée de la comète, M. Bomme a repris *tous* les calculs et évalué *toutes* les actions de *toutes* les planètes sur cette comète de 300 ans de révolution. Mois par mois, semaine par semaine, et jour par jour quand cela était nécessaire, M. Bomme, aidé du travail préparatoire de M. Hind, avec une patience tout à fait hollandaise, et surtout avec une de ces *passions froides* que l'on dit les plus énergiques de toutes, a calculé, *au prix d'une vaste dépense de temps et de travail*, toute la marche de la comète. Le résultat, complétement rassurant, de ce beau travail donne l'arrivée de cet astre en août 1858, avec une incertitude de deux ans en plus ou en moins, en sorte que de 1856 à 1860 nous aurons la grande comète qui a fait mourir le pape Urbain IV en 1264 et *fait* abdiquer Charles-Quint

en 1556! A part toute idée relative aux progres de l'esprit humain, quelle admirable science que celle des astres, et quels nobles travaux que ceux dont le travail de M. Bomme est un type! « Si l'astronomie, a dit avec raison M. Arago, assigne inévitablement à l'homme une place imperceptible dans le monde matériel, elle lui décerne, d'autre part, une place immense dans le monde des idées (1). »

Quoique mon dessein ne soit pas de sortir des limites de la science proprement dite, je ne puis m'empêcher de remarquer combien, au point de vue de nos idées actuelles, nous jugeons mal les événements qui se sont produits sous l'influence d'autres opinions tout à fait opposées. On s'excuse maintenant de prêter aux hommes des anciens temps des croyances dont la futilité fait rougir notre siècle plus éclairé. On a voulu faire du pape Calixte III, qui en 1456 *conjura la comète et les Turcs*, un profond politique qui mettait en œuvre les moyens qu'il avait à sa disposition pour arrêter devant Belgrade les progrès du conquérant de Constantinople. Nous n'avons aucun motif de ne pas admettre la sincère persuasion de ce pape au sujet des pernicieuses influences des comètes dont personne ne doutait alors, pas plus qu'on n'en doutait, même un siècle plus tard, du temps de Charles-Quint. Devant Belgrade, dans la sanglante mêlée de vingt-quatre heures prolongée pendant deux jours, et qui coûta quarante mille hommes à Mahomet II, des moines désarmés, le crucifix à la main, bravaient le danger pour encourager les combattants

(1) *Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1853, p. 388.

chrétiens, en répétant à haute voix l'exorcisme et l'anathème lancés par le pape sur la comète et sur les musulmans. C'est à la même époque, pour la même cause et par le même pape *frappé de terreur* (*territus Calixtus papa*), que fut établi l'usage encore subsistant de sonner les cloches au milieu du jour pour la prière dite *Angelus de midi*. Il n'y avait pour les comètes pas plus de sceptiques parmi les chefs de nations que parmi les plus humbles hommes dans tous les peuples de cette époque.

Et de même un siècle plus tard, en 1556, Charles-Quint ne douta nullement que la grande comète que nous attendons maintenant de 1856 à 1860, et qui était une comète de premier ordre, n'adressât ses menaces à celui qui tenait le premier rang parmi les souverains. *Voilà donc*, dit-il dans un vers latin, *mes destinées qui m'appellent par ces présages!*

**His ergo indiciis me mea fata vocant.**

Il cessa d'être souverain, pour éviter ainsi la fatalité qui s'adressait à une tête couronnée et qui devait *ou pouvait* épargner un homme sans autorité. C'est donc à tort que Kepler l'accuse de s'être trompé sur les pronostics de cette comète, parce qu'il y survécut plus de deux ans : son abdication fut la suite du préjugé alors universel. « Voilà bientôt deux ans que votre père a abdiqué, disait-on à Philippe II, son fils. — Voilà bientôt deux ans qu'il s'en repent », répondit-il. Il n'y a pas à douter que la comète ne l'ait fait descendre du trône.

Ce sont les théories astronomiques de Newton, de

Halley et de leurs successeurs qui ont véritablement détruit l'empire imaginaire des comètes. Elles nous ont montré ces astres assujettis à des mouvements réguliers, calculables d'avance, et aussi infaillibles que le lever et le coucher du soleil. Ces théories ont fait ce que n'avaient pu faire tous les raisonnements des philosophes, des moralistes et des théologiens. Sénèque, avec les pythagoriciens, admettait comme nous que les mouvements des comètes n'avaient rien de fortuit. *La postérité*, dit-il, *s'étonnera que nous ayons méconnu des vérités si palpables!* Belles paroles qui, pendant seize siècles, ne furent point entendues! En fait de superstitions cométaires, nous sommes la postérité, non point du siècle de Sénèque, mais seulement du siècle qui a précédé Newton.

J'aurais bien des choses à ajouter, si je voulais suivre toutes les questions et les demandes qui m'ont été adressées de vive voix ou par écrit; mais ce n'est pas la dernière fois que j'aurai à m'occuper ici d'astronomie et de géographie physique. Voici un fait qui n'est pas moins étonnant, quoique reproduit tous les jours; il répondra à une question sur le télégraphe électrique dont j'ai dit un mot dans un article précédent. Avant-hier un de mes amis entre au bureau de la poste télégraphique. Il écrit à Marseille; il reçoit une réponse. *Il était resté dix-sept minutes dans le bureau de poste!* Voilà la science usuelle en 1853.

DE LA

# PERSPECTIVE AÉRIENNE.



DE LA

# PERSPECTIVE AÉRIENNE.

Γηλόθεν, ἐκ Σολύμων ὀρέων.
De loin, de dessus les montagnes de Solyme.
HOMÈRE.

La perspective proprement dite est une science tout à fait mathématique, qui n'admet aucune contradiction, qui n'a rien à voir avec la *folle du logis*, l'imagination, et dont les démonstrations, on pourrait même dire les axiomes, n'ont jamais soulevé aucune réclamation ni rencontré aucune dissidence d'opinions. Ainsi un objet rapproché de nous *paraît plus gros* en proportion de sa proximité. Une maison voisine nous cache un grand édifice plus éloigné. La lune, qui n'est en diamètre que le tiers ou le quart de la terre, nous cache, dans les éclipses, le soleil entier, qui est cent douze fois plus étendu dans chaque dimension que notre terre, parce que la lune est quatre cents fois plus près de nous que le soleil, et compense par son voisinage ce qui lui manque en grosseur.

C'est encore un effet de perspective qui nous fait croire que les arbres d'une longue avenue vont en se rapprochant à mesure qu'ils sont plus loin du promeneur.

Lorsque du sommet des Alpes, des Pyrénées ou des montagnes de la France centrale, on aperçoit des troupeaux de bœufs sur les versants éloignés, on peut à peine se figurer, à cause de leur petitesse apparente, que ce soient même des troupeaux de moutons. A cette distance, les hautes forêts de sapins se confondent avec les humbles pâturages qui s'étendent à leurs pieds, et les aigles qui planent entre ces hautes cimes semblent à peine égaler en grosseur nos pigeons ou nos hirondelles domestiques.

Ainsi donc tout le monde est d'accord que, dans un paysage, dans un tableau, un buisson vu de près doit être représenté de la même grandeur qu'un arbre éloigné, qu'un chien trois fois plus éloigné qu'un chat doit être de même dimension sur la toile que son confrère en domesticité, enfin qu'un canal vu de face, pour paraître d'une largeur uniforme, doit être dessiné bien plus étroit vers le fond du paysage que sur le premier plan.

Ce n'est pas qu'on ne trouve encore quelques tableaux ou dessins dont les auteurs ont violé sans aucun scrupule toutes ces règles mathématiques. C'est surtout dans le raccourci des membres du corps vus de face ou de profil, ou entre les deux positions, que se commettent les plus grandes fautes contre la perspective. L'histoire de la peinture cite le Corrége comme un des plus habiles, des plus heureux et des plus hardis *metteurs en œuvre* des ressources de la perspective pour grouper et *faire fuir* des figures représentées dans des poses exceptionnelles.

Le présent sujet n'est-il pas un peu trop sérieux pour

permettre de citer une requête de Piron à « MM. les dessinateurs, graveurs, peintres, décorateurs, etc.? » Il les supplie très-humblement, quand un bœuf et un mouton sont tout près l'un de l'autre, de vouloir bien faire le mouton plus petit que le bœuf, et de même, quand un coq est dans une basse cour, d'avoir la charité de ne pas faire la tête du coq dépassant le faîte de la maison, de ne pas faire des oiseaux arrivant à leur nid dix ou douze fois plus gros que le nid qui doit les recevoir, enfin mille autres prescriptions du sens commun oubliées par les artistes presque autant que par les autres hommes.

Tout le monde connaît ces cadres garnis de fils tendus de droite à gauche et de haut en bas, et formant comme un treillis de carreaux à jour, au travers desquels les artistes regardent quelquefois les paysages, les groupes ou les modèles, mais surtout les objets compliqués qu'ils veulent reproduire. Le tableau étant divisé en autant de compartiments que le cadre placé entre l'artiste et les objets qu'il veut dessiner, la place et la grandeur relative de tous ces objets se trouvent marquées d'avance et ne laissent rien à faire à l'estime souvent trompeuse des sens.

Rien encore de mieux que les épreuves photographiques pour la perspective rigoureuse, du moins quand le tableau est à une distance suffisante; et puisque l'occasion s'en présente, je dirai à tous ceux qui font poser un être humain pour le photographier sur plaque daguerrienne, sur papier, sur verre gélatiné, collodionné ou autrement, que leur usage général de mettre le nez du modèle en saillie, la recommandation qu'ils font à

celui-ci de regarder la boîte de l'instrument, produisent naturellement une proximité plus grande du nez, et par suite une exagération peu agréable de ses dimensions. Un honnête bourgeois, pourvu du reste d'un nez très-proéminent, d'un front bas, de joues minces et fuyantes, semble, suivant l'expression d'un auteur ancien, n'être que l'*accessoire* de son nez.

Les personnes qui peignent le paysage se servent quelquefois de grosses boules de verre étamées en dedans au mercure et au bismuth, comme ces espèces de grosses perles représentant des fruits mêlés aux fleurs artificielles des bouquets qui se vendent devant l'église de Saint-Étienne-du-Mont, aux jours de la fête de sainte Geneviève. Les maisons, les arbres, les nuages, le bleu du ciel s'y mirent et s'y reflètent en petit de manière à désespérer l'art le plus raffiné. Quand assis auprès d'un pareil globe, à une fenêtre donnant sur un des boulevards de Paris ou sur le tournant d'une grande rue bien fréquentée, on contemple le tableau mobile et fidèle de cette foule active d'hommes, de voitures, de chevaux qui s'y peignent aussi fidèlement que passagèrement, on a peine à détacher les yeux de ce tableau animé qui participe de la vie, qui fait le charme principal des représentations théâtrales : eh bien, si de près on y cherche sa propre figure, le nez en occupe la moitié, les parties voisines sont démesurément rapetissées, tandis que les épaules et les bras sont eux-mêmes peu en rapport avec la tête. Ainsi, là comme devant la boîte daguerrienne, *il ne faut pas que le nez avance plus que le front ;* autrement, gare la perspective et le *défigurement !* Mais en faisant prendre au modèle une pose où

le front et le nez soient à la même distance de l'appareil photographique, ces deux parties sont en vraie grandeur, les yeux ne sont pas rapetissés, pas plus que les joues; la bouche et le menton sont devenus un peu plus délicats que dans la nature, et en y joignant l'attention de ne pas poser les mains en avant pour ne pas leur donner une énorme dimension, on aura tout ce que l'on peut faire de mieux avec la photographie, d'après les lois de la perspective. Cependant, je le déclare, tant que l'on s'obstinera à produire de près, comme on le fait, les portraits daguerriens, on aura toujours des images sensiblement déformées : l'optique et la logique infaillible de la perspective ne peuvent être en défaut. Je vais faire se récrier toute la classe des photographes en affirmant qu'il n'y a de fidèle portrait que celui qui est pris ou qui serait pris à 10 mètres du modèle; mais qu'y faire? c'est la vérité, la vérité mathématique, *incontredisable*.

Les boules convexes étamées dont nous venons de parler reproduisent le paysage avec tout son éclat naturel, toutes ses couleurs, tout son orgueil de riches teintes de bleu, de vert, de blanc, de jaune pâle, pour le ciel, les arbres, les nuages, le sol. Les dessinateurs qui ne veulent reproduire les objets que par le blanc et le noir emploient, au lieu de miroirs étamés, un miroir de même forme, mais taillé dans un verre noir qui détruit la couleur des objets et les ramène en partie à la lumière et à l'ombre. On fait cas surtout des miroirs d'obsidienne, espèce de verre d'un brun noirâtre que la nature produit dans ses fourneaux volcaniques et notamment en Islande, et qui rendent le paysage, comme nous

l'avons dit, blanc et noir, sans laisser subsister les couleurs primitives des objets. Dans toutes ces représentations, on recherche la fidélité de la perspective, et le dessinateur qui les reproduit ne fait que les copier sans avoir besoin de se rappeler, ou sans avoir même jamais appris les règles de la perspective ordinaire, désignée encore sous le nom de perspective linéaire.

La perspective aérienne est bien autre chose. Il n'est point de peintre qui ne vous dise qu'entre une figure et un fond même très-rapproché il y a *perspective aérienne,* que c'est d'après cette perspective que la figure se détache du fond qu'elle touche presque, et que si la perspective linéaire est impuissante à montrer une différence entre un objet et un fond très-voisin, il y a cependant entre eux *de l'air,* qui fait que l'objet est saillant et ne se confond pas avec le mur sur lequel il est presque collé.

Il y *de l'air !* à la bonne heure ; mais il y en a peu. Les physiciens, et M. Arago en tête, qui ont *mesuré* que 100 ou 200 mètres d'air (à moins qu'on ne soit dans un temps de brouillard) n'éteignent pas sensiblement les rayons de lumière, ont de la peine à attribuer quelque effet à 1 mètre, un demi-mètre d'air, ou même moins encore. Ce n'est pas à dire qu'il n'y ait là aucun effet produit. La saillie de la figure sur le fond est indubitable, mais l'air n'y est pour rien. Dans le vide de la machine pneumatique, comme au fond d'une eau bien transparente, en un mot là où il n'y a point d'air, les effets attribués à l'air dans la perspective dite aérienne s'observent tout à fait de la même manière que dans l'air libre et pur.

Avant d'aller plus loin, remarquons que toutes les parties de nos connaissances qui s'appuient sur la double base de deux sciences différentes sont toujours celles qui sont en retard. Chaque esprit d'un ordre supérieur s'attache à une branche bien définie et la fait avancer. Rarement deux branches sont assez bien connues d'un même individu pour que les notions de l'une servent à l'avancement de l'autre. C'est principalement pourtant à de telles alliances que sont dus les progrès des arts de nos jours. La mécanique, en empruntant à la physique la force élastique de la vapeur, a fait les locomotives ; en lui empruntant l'électricité, elle a fait les télégraphes électriques. Quels emprunts l'art de guérir n'a-t-il pas faits à la chimie dans les médicaments, sans compter les agents qui suppriment la douleur ! Il y a plus de quatre cents ans aujourd'hui que l'art de la guerre a amené sur les champs de bataille un agent physico-chimique explosif, tandis que cette semaine même les grands sceaux de l'État pour le règne de Napoléon III, avec l'aigle et les attributs les plus délicats, ont été faits de toutes pièces par la galvanoplastie électrique, qui a formé avec un bain liquide les plaques solides de cuivre et d'argent qui portent ces empreintes artistiques corrigées et recorrigées plusieurs fois.

C'est donc au nom de l'optique, bien plus qu'au nom des arts du dessin, que nous nous hasarderons à donner une théorie des effets artistiques très-réels que l'on attribue à la cause très-imaginaire de l'interposition de l'air, dite perspective aérienne. Mais n'y a-t-il donc pas de véritable perspective aérienne ?

Lorsque du sommet d'une éminence on regarde une

chaine d'autres hauteurs fort éloignées de celle où l'observateur est placé, l'imparfaite transparence de l'air, qui est bleu, éteint toute autre couleur envoyée par les objets distants, et ces sommets lointains sont fortement *bleuis* par l'interposition de l'air. C'est surtout sous le beau ciel de Naples ou sous celui de Rome, qui n'a point d'égal au monde pour la perfection des observations astronomiques, que les lointains deviennent très-bleus, comme l'atmosphère elle-même. Lorsque les conquêtes d'Italie eurent amené à Paris les tableaux de Raphaël, on s'étonnait de l'azur intense de ses ciels, et avec la confiance qu'inspire une longue habitude de sa propre infaillibilité, plus d'un maître de l'art français inclinait plutôt à douter du bleu du ciel d'Italie qu'à douter de l'universalité de la teinte bleu pâle du ciel de Paris. Mais redisons ici que si plusieurs kilomètres d'air interposé donnent une partie de leur teinte aux rayons qui les traversent, quelques dizaines de mètres ne font absolument aucun effet. Dans plusieurs des tableaux de Claude Lorrain, dans plusieurs des fabriques dont le Poussin a enrichi ses compositions, on voit des effets de vraie perspective aérienne pour les lointains, mais jamais rien de pareil pour les objets rapprochés du premier plan.

Au sommet des montagnes, au-dessus de l'humidité qui, mêlée à l'air, pâlit de sa teinte blanche le bleu foncé de l'air pur, ce bleu atteint une intensité considérable. De Saussure, M. de Humboldt et M. Arago ont construit des appareils optiques donnant des bleus gradués et qui peuvent servir à mesurer la force de la teinte de l'air en chaque contrée, en chaque saison et pour

toutes les hauteurs de montagnes. On connaît cette boutade poétique de lord Byron qui voulait employer le cyanomètre de M. de Humboldt à mesurer la teinte d'une lady *bas-bleu!*

Lorsque dans les pâturages alpestres de la Suisse, un ours vient inquiéter les troupeaux, le taureau qui est à leur tête se met à la recherche de l'ours, et souvent il réussit à le pousser contre la paroi escarpée d'un roc. Alors, faisant effort de ses pieds qu'il arcboute et de son corps qui pèse sur l'ours, il l'étouffe entre le rocher et lui; mais il ne quitte point la partie après la mort de son adversaire; il le tient plusieurs jours pressé contre le mur naturel, il l'écrase à la lettre et le réduit à la forme d'une planche sans saillie. Il s'acharne tellement à jouir de son triomphe, qu'on est obligé d'aller le chercher et de l'arracher de sa position. Or un artiste de mes amis, grand partisan de la perspective aérienne comprise à l'ordinaire, avait peint cette scène pastorale au naturel. Le taureau, l'ours aplati et le rocher semblaient ne faire qu'un seul corps. « Eh bien, lui dis-je, voilà qui est très-beau! mais j'espère que vous ne prétendrez pas qu'il *y ait de l'air* entre vos personnages et le fond auquel ils sont presque incorporés! — Certes, il y en a, » fut sa réponse. Il m'est du reste arrivé plus d'une fois de traiter cette question bien moins paisiblement avec des paysagistes montagnards ou des peintres au milieu de leurs chevalets. Alors la dissidence théorique de nos opinions arrivait jusqu'à une violente dispute, et la pleine conviction de chacun dans sa manière de voir se traduisait, de part et d'autre, non-seulement par une obstination invincible

à persister dans sa théorie, mais encore par une intolérance offensive qui ne voulait pas permettre à un antagoniste de persévérer dans une opinion différente.

Posons les faits et voyons l'explication qu'on en peut donner; ensuite nous établirons les règles qu'on en doit tirer pour les divers cas qui peuvent se présenter dans chaque espèce de composition.

Évidemment nous distinguons parfaitement un objet sur un fond même très-rapproché : un serpent qui rampe montant sur une roche en pente, un tableau attaché à un mur, une mouche sur un papier blanc. Or je dis que pour distinguer, pour faire la différence de ces objets, il n'est point besoin de faire intervenir la présence de l'air. L'organe seul de la vue suffit pour cela.

En effet, quand deux objets sont l'un à côté de l'autre, on les aperçoit du même coup d'œil tous les deux également bien; l'organe qui s'adapte tacitement à la distance de ces objets, les deux yeux qui se fixent sur le même point, — tout étant le même pour l'un et pour l'autre objet, — nous font sentir qu'ils sont à la même distance. Mais pour peu que l'un des deux objets soit plus éloigné, l'œil sera obligé de subir la modification habituelle pour passer de la vision d'un objet à celle d'un autre objet plus voisin ou plus éloigné; nous aurons ainsi le sentiment de la différence de la distance. Bien plus, si l'on fixe son attention sur un des objets, ce qui fera que l'œil s'ajustera pour le voir au mieux, l'autre objet, qui est à une autre distance, semblera confus, parce que l'œil ou les yeux ne seront pas ajustés convenablement pour lui, et cette confusion fera sentir la

différence de distance. Tout écrivain qui tient une plume à la main peut faire l'expérience que voici. Tenez le bec de votre plume entre le papier qui porte l'écriture et votre œil, à peu près à moitié de la distance. Vous expérimenterez le plus simplement du monde que quand votre regard et votre attention se portent sur la plume, l'écriture paraît confuse et ne se lit pas, tandis que si l'on veut lire l'écriture sur le papier, la pointe de la plume paraît confuse et émoussée.

Si donc un objet est placé devant un autre qui lui serve de fond, quelque petite que soit leur distance (à moins qu'ils ne soient tous les deux hors de la bonne portée de la vue), répétons que ces deux objets ne se peindront pas dans nos yeux avec la même netteté, et qu'il y aura une différence entre la sensation de l'un et de l'autre, différence de sensation qui nous les fera tout naturellement *distinguer* sans avoir recours à l'idée de l'air interposé. Cette idée de l'air interposé doit donc se traduire dans le langage précis de la science par l'idée d'une différence de distance accusée par une différence d'impression sur l'organe. On sera donc averti très-simplement que l'objet est plus près que le fond, et par suite il se *détachera* de ce fond. De plus, si l'objet est isolé, les parties les plus éloignées seront distinctes des plus voisines. Elles *fuiront*, elles *tourneront*, suivant des expressions consacrées; le corps prendra du relief, l'organe sentira la nature dans tous ses détails. A la distance où l'on écrit, il ne faut pas avoir une vue exceptionnellement bonne pour distinguer une feuille de papier posée sur une autre, même du côté ou aucune ombre, aucune différence de teinte n'est observable.

Par quels termes rendre plus claire cette théorie? L'œil, par le plus ou moins de netteté, perçoit les distances et les juge, comme le tact les fait sentir au moyen du bras qui s'allonge plus ou moins pour obtenir la sensation d'un objet plus ou moins voisin. Une fois la perception de la distance admise, on fera la différence entre l'objet et le fond sur lequel il est projeté. Cet objet saillira donc en avant de ce fond; rien ne semble plus clair. En un mot, l'expression des artistes: il y a *de l'air* entre l'objet et le fond, quelque rapproché qu'il soit, doit s'entendre par cette autre expression logique : il y a de *la distance* entre l'objet et le fond. Voyons maintenant les applications de ces principes d'optique.

1°. Une miniature est placée devant nous à la distance la plus convenable. Nous la voyons des deux yeux, nous distinguons tout le fini de la peinture. Tout le monde sentira qu'il y a là une grande invraisemblance, puisque tous les points de la peinture sont à la même distance de l'œil ou des yeux, et que pour représenter quelque chose de naturel, ces distances devraient différer. Que fait l'artiste pour sauver cet inévitable inconvénient? Il ombre les parties fuyantes; il fait, par une diminution de lumière, que l'œil perçoive moins bien ces parties fuyantes, comme il les aurait en effet moins bien perçues à cause de la confusion due à la distance. Seulement, ce n'est pas tout à fait la même chose. Ce qui dans la nature aurait paru confus, mais clair, est rendu dans la miniature par une ombre qui diminue la perception sans produire la confusion, puisque tout est à la même distance de l'œil. Il y a enfin

pour la miniature une autre invraisemblance, c'est que les deux yeux ne devraient pas voir exactement les mêmes parties de la figure, que l'œil droit pénètre plus du côté gauche de la figure et l'œil gauche du côté droit : d'où ce principe, qu'il faut être borgne pour bien voir une miniature. Pourtant, tel passionné amateur qu'on soit d'une belle miniature de Fragonard, on se contente de fermer un œil.

2°. Passons à un tableau vu à petite distance, comme un portrait, un tableau de chevalet, ne comprenant qu'un seul plan. Le même artifice et la même invraisemblance y subsisteront, quoique avec moins d'inconvénients, à cause de la distance plus grande que celle où l'on voit la miniature. Ainsi les fuyants dont la sensation est moins nette seront rendus par les ombres, qui diminuent aussi, *mais autrement*, la sensation. Les parties antérieures du tableau devront être touchées confusément, mais très-claires; confusément, parce que l'œil, en se fixant sur la partie principale du tableau, ne doit point percevoir nettement les parties antérieures qui sont trop près de lui, et cependant ces parties, par cela seul qu'elles sont plus voisines de l'œil, doivent être tout à fait claires. Le plan principal du tableau doit être bien éclairé et peint avec une extrême netteté, puisque l'œil est censé s'y arrêter et le discerner au mieux. Enfin, ce qui fera le fond du tableau sera peint un peu obscur et surtout un peu confus, à peu près comme le devant, mais cependant un peu moins, à cause de la distance qui varie comparativement moins; car, par exemple, la variation de 1 mètre sur une distance de 3 mètres, qui sera, je suppose, la distance

des objets antérieurs du tableau au spectateur, sera bien plus considérable que la même variation de 1 mètre sur la distance des objets du fond du tableau, supposés à 10 mètres du spectateur. Dans le premier cas, la variation est de 1 mètre pour 3, c'est-à-dire un tiers, et dans le second cas, c'est 1 mètre pour 10, ou un dixième.

3°. Portons nos yeux sur un beau paysage de Berghem avec des objets antérieurs comme repoussoirs, avec un plan principal au delà de ces premiers objets, enfin avec un fond terminé par un horizon lointain. Nous y reconnaîtrons l'application de notre théorie tout entière.

Les objets situés en avant, les repoussoirs mal vus par l'œil, qui doit être censé fixé sur le plan principal du tableau, sont peints *confus*, et, de plus, clairs et grands, car ils sont vus de près. Les objets du plan principal du tableau sont moyennement éclairés, mais surtout ils sont reproduits très-nettement, puisqu'ils sont à la vraie portée de l'œil. Plus loin, la confusion recommence, puisque l'œil, qui s'est ajusté pour la perception des objets du plan principal, ne l'est pas pour ces objets plus lointains. De plus, ils seront moins clairs et rapetissés par la position. Enfin les grands lointains du fond seront bleuis fortement par la distance, si le ciel est pur; et s'il est vaporeux, ces lointains seront éteints dans un gris blanchâtre qui laissera voir l'air interposé, en pâlissant les objets situés derrière cette partie d'atmosphère nébuleuse ou brumeuse.

Remarquons que, relativement aux objets qui sont au delà du plan principal, plusieurs peintres ont pris le rapetissement sensible qui commence alors pour une

plus grande netteté, et qu'au lieu de peindre là les objets un peu diminués, un peu moins brillants, et beaucoup moins distincts, ils les ont faits distincts et petits plutôt que de les faire seulement amoindris en dimensions.

Tels sont les principes d'optique applicables en général à la composition artistique. Ils ne sont nullement l'art; mais l'art ne peut pas les heurter sans s'écarter de la nature. Aller contre ces principes, c'est faire quelque chose de mauvais; mais la stricte observance des lois de la perspective ne constituerait pas à elle seule une bonne peinture, comme en littérature un écrivain qui ne fait pas de faute de langue n'est pas pour cela un écrivain de génie.

Examinons cependant quelques cas remarquables, quelques *tours de force* à grand effet, et surtout à effet *du premier moment*.

1°. Une figure bien caractérisée est éclairée par une lumière artificielle, par un jour tombant d'une ouverture unique, comme dans quelques têtes ou tableaux de l'école espagnole. L'effet est prodigieux, mais le bizarre n'est pas le beau, encore moins le grandiose.

2°. Dans presque tous les tableaux de Rembrandt, dans les belles gravures anglaises qui les premières furent apportées sur le continent, la partie principale seule du tableau où l'on veut appeler l'attention du spectateur est en plein jour. Tout le reste est sacrifié par des ombres qui sont loin d'être légitimées par aucun accident de lumière. Le premier effet est magique. L'œil, qui, en se fixant sur la scène principale, n'aurait pas fait attention au reste, est ici servi à souhait, puisque les parties accessoires sont éteintes outre mesure; mais

dès que l'attention se porte à côté de la scène principale, l'œil y reconnaît tout de suite un contre-sens effroyable, et le premier effet magique fait place au plus faux de tous les effets.

3°. Et pour conclusion :

Une école hardie, déterminée à faire de l'art à tout prix, même aux dépens de la nature, admet en principe, comme dans les exemples précédents, qu'il ne faut montrer à l'œil que ce qu'on veut qu'il voie, dût-il en résulter les effets les plus bizarres. Dans ce système, on ne peint, pour ainsi dire, que ce qui doit produire l'effet artistique cherché. Nous avons en littérature une école tout à fait semblable, qui, passant sous silence toutes les transitions naturelles d'un sujet, tous les remplissages qu'exigeait l'école d'Homère, de Virgile, de Racine et même de Châteaubriand, ne traite de chaque sujet que les parties en relation avec le but qu'elle a en vue. On ne peut nier que souvent on n'obtienne ainsi des effets étonnants. Cela revient à peu près à ne réciter dans une tragédie de Racine que les morceaux transcendants. Mais dans un ouvrage de longue haleine, ce *trop épicé* résultant du rapprochement de tout ce que le sujet peut offrir de saillant fatigue le goût à la longue, comme tout ce qui n'est pas naturel. Trop de beautés accumulées se nuisent réciproquement. L'admiration est de toutes les sensations celle qui fatigue le plus vite celui de qui on l'exige; tout le monde sait que les romans écrits en feuilletons et dont chaque partie doit être en soi-même un petit tout dramatique perdent beaucoup à une lecture suivie. Ce n'est donc pas une voie tout à fait sûre que de faire de l'effet dans

une œuvre artistique ou littéraire en supprimant tout ce qui ne peut concourir directement et immédiatement au but principal. Il semble qu'il y ait pour les artistes de cette école, outre la perspective linéaire et la perspective dite aérienne, une troisième perspective, la perspective de l'imagination. Là-dessus il y aurait bien des choses à dire ou à répéter. Je les abandonne volontiers à de plus compétents que moi, car le propre des sciences exactes, c'est précisément de ne s'attacher qu'aux vérités placées hors du domaine de l'imagination.

# LE
# STÉRÉOSCOPE
# ET
# DE LA VISION BINOCULAIRE.

LE

# STÉRÉOSCOPE

ET

# DE LA VISION BINOCULAIRE.

Εἰσί μοι ὀφθαλμοί. . . . . ἄμφω,
Καὶ νόος ἐν στήθεσσι τετυγμένος οὐδὲν ἀεικής.
**J'ai des yeux. ... deux yeux,**
**Et une sensation intérieure qui en résulte sans rien d'étrange.**

HOMÈRE, *Odyssée*.

Le stéréoscope, l'un des instruments magiques de la science et de l'industrie moderne, se présente sous la forme d'une boîte de grandeur moyenne armée de deux tuyaux de lorgnette qui appellent l'application des deux yeux. Une double peinture, un double dessin, une double miniature, une double figure géométrique, un double daguerréotype, sont placés au fond de la boîte et sont regardés par les deux yeux à la fois, au moyen des deux tuyaux implantés sur la boîte. Alors, par un effet vraiment magique, par une irrésistible illusion, avec une conviction complète de sensation,

le dessin prend du relief, la peinture devient de la sculpture.

Ce curieux instrument, le plus nouveau et peut-être le plus répandu déjà de tous les instruments de l'optique appliquée à l'industrie, serait assez difficile à faire connaître au lecteur, même avec le secours de la gravure. Il en est de même, au reste, de tous les objets dont il faut représenter les trois dimensions, et non pas seulement le plan ou l'élévation; mais le grand nombre de stéréoscopes qui se construisent maintenant par milliers en France, en Angleterre, en Amérique, le bas prix de leur construction, dont on peut dire que les fabricants et les acheteurs ont *abusé* (nous reviendrons sur cette idée tout à l'heure), enfin les étonnants effets de cet appareil optique m'autorisent à parler du stéréoscope comme s'il était connu ou même sous les yeux de tous ceux qui liront ces pages.

Défini étymologiquement d'après son nom tiré de cette belle langue grecque qu'aucune autre n'a pu égaler dans l'expression de la pensée, le stéréoscope signifie « instrument qui montre tous les objets en relief; » un dessin, ainsi que nous venons de le dire, devient une statue. La première partie du mot signifie un *corps solide*, un *corps saillant*, un *objet réel*, et non pas seulement une représentation sur le papier ou sur la toile. La seconde partie du mot signifie *vision*. Le nom de stéréoscope indique donc la *vision en relief*, et jamais instrument n'a été plus fidèle à son nom.

Défini par énumération, le stéréoscope a pour objet la représentation naturelle et pour ainsi dire statuaire de tous les objets de la nature que peuvent reproduire le

crayon, le pinceau, la chambre noire, le daguerréotype, le talbotype, enfin tout ce que peut contenir l'album le plus riche et le plus varié.

Théoriquement, la portée de ce modeste instrument n'est pas moindre. Pour faire naitre ses magiques illusions, il introduit dans chaque œil, au moyen d'un double dessin ou d'une double peinture, la même sensation que les yeux auraient reçue de la vision naturelle, et la conséquence est que la sensation qui en résulte est parfaitement celle que nos yeux reçoivent des objets eux-mêmes, en sorte que s'il reste encore aux physiciens ou même aux métaphysiciens des incertitudes sur les causes morales ou physiques qui nous font percevoir si bien le relief des corps par la vision naturelle, le stéréoscope n'a rien à voir dans ces discussions. Il suffit de dire qu'il peint au fond de nos yeux les objets de la nature, comme ils s'y peignent quand nous les regardons eux-mêmes, et qu'ainsi nous les *voyons* à l'aide du stéréoscope exactement comme s'ils existaient devant nous.

Il va sans dire que déjà la construction du stéréoscope a éprouvé bien des modifications. Partons du stéréoscope à boîte armée de deux tuyaux oculaires, et mettons-y d'abord un double daguerréotype de paysage ou d'architecture monumentale. Le daguerréotype de droite sera vu par l'œil droit seulement, le daguerréotype de gauche sera vu de même exclusivement par l'œil gauche, et si l'artiste a pris les deux points de vue comme les aurait vus le spectateur, en fermant alternativement l'œil droit et l'œil gauche, le contemplateur stéréoscopique recevra par l'instrument la même impression qu'il

eût reçue de la nature elle-même; le paysage, le monument, renaîtront devant lui. Il se promènera par la vue entre les arbres fuyant les uns derrière les autres, comme dans une forêt, et les colonnes, les arcs-boutants, les statues du monument, laisseront la vue tourner tout à l'entour et pénétrer entre les parties saillantes et la masse centrale de la fabrique.

Si, au moyen d'une double représentation, on a dessiné une figure entière, un buste, un portrait, une machine d'industrie même très-compliquée, un échantillon d'histoire naturelle, un solide géométrique, le stéréoscope rendra ces objets présents. Le sculpteur, le modeleur pourra les reproduire comme d'après nature; le peintre ou le dessinateur pourra les repeindre ou les redessiner en prenant d'autres points de vue que ceux qui ont été primitivement choisis. Il n'est point de paroles qui puissent rendre les exclamations de surprise qui éclatent de tous côtés, lorsque l'introduction des stéréoscopes a lieu dans une société ou une soirée un peu nombreuse, et que chacun de ceux qui ont trouvé un effet étonnant de stéréoscope veut le faire admirer au point de vue qui le frappe lui-même le plus incroyablement. Au reste, la reproduction par la sculpture d'un double dessin stéréoscopique n'est point seulement une possibilité, l'épreuve en a été faite avec le plus grand succès. Ainsi un habitant des îles Sandwich, ou du Japon, ou des antipodes (à la Nouvelle-Zélande) peut désormais envoyer à un sculpteur de Paris une double plaque daguerrienne (où n'y a-t-il pas maintenant un daguerréotype?), et il recevra son buste aussi bien modelé que s'il eût fait lui-même le voyage de Paris. Stricte-

ment parlant, avec le stéréoscope, une plaque, un dessin pesant un petit nombre de grammes, deviennent l'équivalent d'un buste difficile à transporter, à placer, à éclairer convenablement.

Un mot sur l'histoire du stéréoscope.

Le nom et une première esquisse de l'instrument appartiennent à un Anglais, M. Wheatstone, physicien de premier ordre et célèbre pour sa mesure de la vitesse de l'électricité, qu'il a trouvée être du même ordre que la vitesse de la lumière, laquelle ferait en une seconde sept ou huit fois le tour de la terre. M. Wheatstone a été aussi l'un des premiers et des plus habiles *établisseurs* des télégraphes électriques. Avant 1838, M. Wheatstone eut l'idée de prendre deux miroirs, de les assembler comme le sont deux couvertures d'un livre relié que l'on ouvre à moitié, et, mettant tout près du nez la ligne de jonction des deux miroirs, de regarder avec chaque œil dans chaque miroir deux dessins placés l'un à droite, l'autre à gauche de l'observateur. Lorsque celui-ci était parvenu à saisir la superposition des deux reflets des miroirs, alors l'effet du relief apparaissait; mais, comme l'a très-bien dit M. Brewster, l'auteur du vrai stéréoscope populaire, c'était plutôt un appareil qu'un instrument, et cette belle invention fut oubliée pendant dix à douze ans. Sir David Brewster, tout en réclamant sa part comme auteur du stéréoscope usuel à tuyaux oculaires avec verres grossissants, etc., rend pleine justice à son célèbre et habile compatriote. L'érudition, toujours un peu jalouse du mérite contemporain, n'a pas manqué de remonter à Léonard de Vinci et même à Galien pour trouver des observations rela-

tives à la vision par les deux yeux, d'où, avec un peu de complaisance, on conclurait que ni M. Wheatstone ni M. Brewster ne sont les premiers inventeurs du stéréoscope, ni M. Jules Dubosq, de Paris, le premier grand constructeur dont les stéréoscopes à l'exposition de Londres aient fixé l'attention de la grande reine d'Angleterre. On irait jusqu'à trouver le nom du constructeur babylonien qui, sur les bords de l'Euphrate ou du Tigre, a présenté un stéréoscope à la fameuse Sémiramis, à l'exposition de l'an 1851 avant notre ère; mais laissons parler sir David Brewster lui-même, qui, ayant été élu *associé étranger de l'Institut de France* (la plus haute marque de considération que puisse recevoir un savant sur cette planète), visita la France en 1850, et vint prendre place aux fauteuils académiques du palais des Beaux-Arts. L'article dont nous citons un extrait est de M. Brewster, bien que le savant anglais n'y prenne pas la parole en son nom :

« Après avoir essayé, mais en vain, d'engager quelques-uns des opticiens ou des photographes de Londres à construire son stéréoscope et des doubles daguerréotypes pour cet instrument, M. Brewster apporta à Paris, au printemps de 1850, un très-bel instrument exécuté par Loudon, opticien à Dundee, et un portrait binoculaire fait par lui-même. Il montra cet instrument à M. l'abbé Moigno, l'auteur distingué de l'ouvrage intitulé *l'Optique moderne*, à M. Soleil et à M. Dubosq-Soleil, éminents opticiens de Paris, ainsi qu'à quelques-uns des membres de l'Institut de France (et notamment à l'auteur du présent article). Ces messieurs comprirent tout de suite la valeur de l'instrument, non-seulement

comme un joujou amusant par ses effets magiques, mais encore comme un important auxiliaire pour les arts du dessin et pour la sculpture. M. Dubosq se mit immédiatement à confectionner le nouveau stéréoscope, et exécuta en même temps une immense variété de beaux doubles daguerréotypes binoculaires sur des objets vivants ou inanimés, des hommes, des statues, des monuments d'architecture, des ornements, des arbres, des bouquets de fleurs, des échantillons d'histoire naturelle, des solides et des figures de géométrie, etc., etc., que des milliers de personnes s'empressèrent de venir contempler avec le nouvel instrument....

» Dans la belle collection d'instruments de physique et d'optique que M. Dubosq-Soleil présenta à la grande exposition de Londres en 1850, et pour laquelle il reçut la *grande médaille du conseil*, il plaça un des stéréoscopes à lentilles de sir David Brewster avec une belle série de daguerréotypes binoculaires. Cet instrument attira particulièrement l'attention de la reine, et M. Dubosq exécuta un beau stéréoscope qui fut offert en son nom à Sa Majesté par sir David Brewster. Par suite de cette exposition, M. Dubosq reçut une immense commande de stéréoscopes-Brewster qui furent introduits en ce pays (l'Angleterre). La demande devint néanmoins telle, que des opticiens anglais se consacrèrent exclusivement à la manufacture des stéréoscopes, et en débitèrent en quelques mois plusieurs centaines, sinon plusieurs mille. Des sculpteurs entrevirent l'application du stéréoscope à leur art, et nous avons récemment appris de Paris qu'un artiste distingué de cette capitale a modelé une statue d'après le relief produit par le stéréoscope. »

Après s'être plaint de quelques journalistes qui ont parlé du stéréoscope-Brewster sans en nommer l'auteur, l'illustre patriarche des savants anglais procède à la théorie de l'instrument, qui nous semble fort simple, quand on veut bien la rapporter à la vision naturelle, comme nous l'avons dit plus haut. L'article du savant associé étranger de l'Institut de France contient sur la formation des images photographiques par des lentilles d'une ouverture plus ou moins grande un incroyable contre-sens scientifique, développé avec une complaisance non moins étonnante, et qui ne peut être attribué qu'à une inadvertance favorisée par l'éloignement des Académies et des contradicteurs empressés qu'elles fournissent complaisamment et en abondance.

Voici donc pour tout le monde et en peu de mots la théorie, ou, pour parler moins superbement, le secret des effets magiques du stéréoscope. Quand nous regardons un objet ordinaire avec les deux yeux, nous le voyons tel qu'il est, saillant, solide, en relief. Nous faisons du relief, comme M. Jourdain faisait de la prose, sans le savoir, et la preuve, c'est que quand on veut approfondir pourquoi la vision par les deux yeux nous donne la sensation, la perception du relief, on rencontre plusieurs opinions fondées les unes sur la physique des sens, les autres sur les notions que l'intelligence, aidée du tact, aurait introduites dans l'habitude des jugements de l'organe; heureusement la théorie du stéréoscope n'a pas besoin de remonter si haut.

Tout le monde conçoit en effet que, puisque la vision par les deux yeux nous donne le sentiment du relief, on produirait ce même résultat en introduisant immédiate-

ment dans chaque œil, au moyen de deux peintures différentes et prises de deux points de vue convenables, les mêmes images que reçoit l'œil de l'objet lui-même. Si donc les peintures qui se forment au fond de l'œil sur le tableau nerveux qu'on appelle la rétine, en venant directement de l'objet, sont remplacées par de fidèles peintures daguerriennes ou autres que l'instrument introduit au fond de chaque œil, cet organe se trouvera exactement dans le même cas que s'il eût reçu ces peintures de l'objet réel lui-même, et les impressions reçues étant les mêmes, les sensations et perceptions du relief et de toutes les autres propriétés de l'objet, comme ses couleurs, ses dégradations de teinte, ses détails de forme, etc., seront les mêmes aussi. En un seul mot, ce que fait la nature pour l'œil, le stéréoscope le fait pareillement.

Il serait trop long et trop fastidieux de faire connaître tous les détails du stéréoscope ou plutôt des stéréoscopes. Nous avons déjà dit que dans l'ancien appareil de M. Wheatstone, les deux dessins étaient ramenés à la superposition dans l'œil au moyen de deux miroirs. M. Brewster a remplacé les miroirs par des prismes réflecteurs qui opèrent de face. On peut même supprimer les miroirs en regardant les deux dessins chacun avec un œil, ce que l'on fait en disposant une espèce de cloison en avant du nez, de manière à forcer la vision de chaque œil à s'attacher à un seul dessin. Je crois que ces tours de force seraient fort dangereux pour les enfants et pour les personnes qui ont de la tendance à loucher. Pour ceux qui voudront s'exercer à produire simplement ces belles illusions, je recommanderai de

placer sur une table le double dessin qu'ils veulent voir stéréoscopiquement, ensuite de placer la main ou une feuille de carton devant la figure, de manière que chaque œil ne voie qu'un des dessins, puis de fixer le regard, tantôt sur les dessins, tantôt sur l'extrémité de la feuille de carton ou des doigts de la main, en remuant la tête d'avant en arrière jusqu'à ce qu'on voie naître entre les deux dessins, qui paraissent écartés l'un de l'autre, un troisième dessin intermédiaire. Une fois cette apparition produite, il faut y diriger son attention; alors sans miroirs, sans loupes, sans boîte, sans appareil aucun, on reproduit l'effet du stéréoscope. Pour surcroît de bonheur, on est louche pour toute sa vie!

J'ai dit plus haut que les constructeurs et les acheteurs avaient abusé du stéréoscope. En effet, la grande facilité d'assembler les côtés d'une boîte de quelques décimètres de dimension, d'y implanter deux tuyaux garnis de loupes et de réflecteurs (chacun de ces objets, suivant M. Brewster, revenant en gros à 5 francs la douzaine!), et enfin d'y adapter des daguerréotypes éclairés en dessus ou par transparence, ont fait de cet instrument un article de pacotille que M. Dubosq a débité à près de dix mille, et les opticiens de Londres et de New-York avec autant de succès. Mais admettez qu'un double daguerréotype, une double photographie sur papier, enfin une double miniature exécutée avec tous les raffinements de l'art, soient mis dans un stéréoscope de choix, et voyez l'admirable effet artistique qui en résultera : on rendrait impérissables les formes statuaires des plus beaux modèles, les poses artistiques des premiers artistes dramatiques, les traits chéris des parents, des amis et des bienfai-

teurs, et l'on produirait l'immortalisation physique des grandes renommées qui font la gloire des peuples. « Ne serions-nous pas heureux, s'écrie M. Brewster, de voir s'animer des tableaux photographiques, de voir Démosthènes lançant la foudre de son éloquence contre le roi de Macédoine, Brutus immolant César au pied de la statue de Pompée, saint Paul prêchant à Athènes, ou *celui dont le nom n'a pa besoin d'être prononcé*, dans l'attitude de la bonté et de la beauté céleste, proclamant la rédemption du genre humain? Avec quel ravissement nous contemplerions ces vivifications si sympathiques et si divines! Les héros et les sages des anciens temps, tout mortels qu'ils étaient, auraient pu être embaumés et seraient devenus plus impérissables que par les procédés de l'art égyptien, conservant les formes de la vie, des affections et de la puissance intellectuelle, et s'incarnant dans l'immortalité stéréoscopique bien mieux que dans les hideuses-momies qui sauvent à grand'-peine et bien incomplétement les dépouilles des rois de la corruption universelle. » S'il est une intelligence, un corps, une illustration qui ait mérité cette préservation pour l'éternité, c'est certainement l'auteur du stéréoscope, l'éminent physicien, l'infatigable doyen de la science optique, sir David Brewster.

Ceux qui ont visité à Londres la basilique sans rivale de Westminster ou les invalides maritimes de Greenwich ont vu avec un sentiment douteux d'admiration les figures en cire de Marie Stuart ou de Nelson, avec une couche plus ou moins épaisse de charbon de terre indigène. Qu'on remplace ces figures *à la Curtius* par des stéréoscopes, objets d'art avouables par le bon goût

et par l'imagination, et quelle galerie bien supérieure aux galeries historiques de Versailles on obtiendrait! Et qu'on n'objecte pas la petitesse nécessaire des daguerréotypes et des stéréoscopes actuels; je me suis assuré que M. Dubosq possède tous les éléments d'amplitude et de grossissement qui peuvent arriver, quand on voudra, à la grandeur naturelle, au *full size*, des personnages à représenter.

Le stéréoscope fait encore de la carte plate d'un pays un plan en relief qui en fait ressortir toute la géographie physique. La carte de la lune reproduit avec les ombres du premier et du dernier quartier les volcans, les crateres, les chaines de montagnes, les coulées de laves, les entassements de rocs, les fentes du terrain que l'on avait pris pour des fortifications, les criques, les plaines basses, les pics isolés, enfin toute la topographie de cette planète secondaire, dont la carte est beaucoup plus avancée, à une distance de 360 000 kilomètres, que la carte de l'Afrique, qui touche les populations musulmanes de la France.

Je ne finirais pas si je voulais passer en revue tout ce que l'activité intellectuelle et industrielle a déjà fait pour le stéréoscope. Sous le titre de bioscope, M. Dubosq a introduit dans cet instrument le mouvement et la vie, et en combinant les effets du stéréoscope avec ceux de la persistance des images dans l'œil, on arrive à des effets dont tout ce qu'on rapporte de fabuleux sur l'antique magie ne peut approcher; mais on perd en généralité d'effet ce qu'on gagne en merveilleux. La science la plus positive trouvera aussi un utile auxiliaire dans le stéréoscope. La superposition des objets

doubles permet de jeter un fond bleu sur un fond rouge, et d'avoir par ce moyen un fond vert. Les physiciens savent ce qu'il y a encore à chercher sur le mélange des couleurs, sur les couleurs complémentaires, les couleurs de contraste, et sur les couleurs propres des corps. Le stéréoscope deviendra un instrument de recherches, un véritable outil, dans ces difficiles spéculations théoriques et expérimentales. En physique comme en astronomie, l'art d'observer, qui n'est que le fondement de la science, est lui-même, comme dit Fontenelle, une très-grande science.

J'ai trouvé plusieurs personnes qui s'affligeaient de voir que le stéréoscope, à la vérité construit et apprécié par des Français, fût une invention anglaise; mais le daguerréotype est français, et d'ailleurs il n'y a point de nationalité pour les sciences pas plus que pour l'intelligence du genre humain. C'est là une des belles paroles de Napoléon I[er]. J'ai déjà dit ailleurs que, sans la haute protection de Napoléon III pour un Anglais, M. Brett, l'Angleterre, qui communique maintenant au continent par des fils électriques sous-marins aboutissant en France, en Belgique et en Hollande, serait encore, pour ses correspondances privées et politiques, à la merci des hasards météorologiques. Dans peu, non-seulement *il n'y aura plus de Pyrénées,* mais plus d'Alpes, plus de Caucase, plus d'Atlantique, plus de Pacifique.

La théorie du stéréoscope se réduit donc à dire que cet instrument fait, pour la vision avec les deux yeux, ce que les objets réels font eux-mêmes, et que, par suite, les doubles peintures stéréoscopiques apparaissent

*comme si* elles existaient réellement; mais la question de la vision naturelle est si belle par elle-même, qu'il serait fâcheux de ne point aborder ici ce sujet, où la science et le raisonnement ont triomphé depuis longtemps. Des vérités acquises depuis longtemps n'en sont pas moins précieuses.

On connaît depuis bien des années l'expérience qui consiste à prendre l'œil d'un grand animal récemment tué, un œil de bœuf par exemple. Après avoir aminci, au moyen d'une lame bien tranchante, la partie postérieure de cet œil, on voit se peindre en transparence sur le fond une image des objets, celle des fenêtres, des maisons ou des arbres voisins se détachant sur le ciel. C'est une vraie chambre noire ordinaire. Plusieurs penseurs ont été embarrassés de savoir comment une image sans relief, une image plate et sans épaisseur donnait à l'animal la sensation du relief et des distances. Voici comment s'opère ce jugement.

Si l'on regarde les objets avec un seul œil, on sait que, si l'on observe des objets inconnus où rien ne puisse aider la sensation matérielle, on juge fort mal leur relief, dès qu'ils sont à la distance de quelques décimètres. En effet, si l'œil agit seul, les divers points de l'objet, qui sont à diverses distances, ne peindront pas leurs images avec la même netteté dans l'œil, et il en résultera pour cet organe un moyen de juger ou plutôt de sentir les diverses distances par le plus ou moins de netteté qu'elles créent au fond de l'œil; mais dès que la distance de l'objet devient un peu plus considérable, 1 mètre par exemple, toutes les images ont sensiblement le même degré de netteté ou de trouble, et ce moyen

de perception fait défaut à l'œil agissant seul. Employons maintenant les deux yeux.

Alors, à moins que la distance ne soit immense, par exemple plusieurs centaines de mètres, chaque œil reçoit une impression différente. L'œil droit atteint des points de l'objet que ne voit point l'œil gauche de son côté, et réciproquement. L'habitude, l'exercice, le tact appelé comme auxiliaire, les diverses circonstances de couleur, d'illumination, de formes, arrondies ou abruptes, techniquement de galbe, perçues par les deux yeux, donnent le relief. Remarquons, comme une utile déduction des effets du stéréoscope, que puisque les peintures plates de cet instrument donnent de merveilleux reliefs, les physiciens, qui ne voulaient pas admettre que les images sans épaisseur qui se forment au fond de l'œil pussent donner la sensation du relief, ne sont plus fondés dans leur objection, puisque (on ne peut pas trop le répéter) des images parfaitement planes et sans épaisseur, celles du stéréoscope, donnent complétement la sensation du relief.

Cependant, dira-t-on, pour les grandes distances, pour les paysages alpestres, pour les beaux paysages des Vosges, pour les immenses panoramas des contrées observées du sommet des monts, comme la Limagne d'Auvergne vue du sommet du Puy-de-Dôme, — pour ces grandes étendues, nous jugeons très-bien les distances diverses, et l'art reproduit admirablement les fuyants des chaînes et des cimes situées à perte de vue les unes derrière les autres par rapport au point central qu'occupe l'observateur.

La réponse est simple. Il s'introduit là un nouvel élé-

ment ; la perspective aérienne proprement dite, c'est-à-dire l'extinction de lumière que produit une grande masse d'air traversée par les rayons lumineux. Tout le monde a remarqué combien les montagnes éloignées sont *bleuies* par l'interposition de l'air, et dans certaines circonstances de pluie cessante et près des bords de la mer, j'ai pu observer des fonds de paysages teintés de l'outremer le plus violet possible. Cet effet de perspective aérienne, d'extinction de lumière, ne commence pas avant la distance de 200 mètres, suivant les observations précises de M. Arago, quand l'air est serein. Par des temps de brouillard ou lorsqu'on s'élève dans les nuages, la perspective se clôt à de bien faibles distances. Alors, dit Homère, chacun ne voit pas plus loin que la distance où il peut lancer une pierre. Dans certains nuages et dans certains brouillards de Paris et de Londres, cette distance est beaucoup moindre, et l'on voit à peine l'extrémité de la canne de 80 centimètres à 1 mètre de longueur qu'on tient à la main. Sans considérer les cas extrêmes, lorsque d'un lieu élevé de Paris, du sommet d'un monument, de l'arc de triomphe de l'Étoile par exemple, on observe vers la fin du jour les diverses collines qui s'étendent au couchant de la capitale, leurs divers plans et leurs diverses distances sont admirablement accusés par la perspective aérienne. Je dis ici perspective aérienne proprement dite, car, malgré les physiciens et leurs mesures de précision désespérantes pour les idées fausses, les artistes admettent la perspective aérienne et la dégradation des teintes pour des distances très-petites. C'est un autre effet appelé du même nom. Si la science positive n'a rien à voir avec

l'imagination qui crée les merveilles de la peinture, il n'en est pas moins vrai que l'art ne peut créer sans s'assujettir aux lois physiques de la nature. Si la nature n'est point l'art, il n'y a point d'art sans la nature.

Dans le thème, si souvent reproduit par les prédicateurs protestants, des merveilles de la création, l'œil et la vision ont été fréquemment l'objet de curieuses remarques; mais déjà, mettant de côté les grandes distances et regardant un objet, une statue, un tableau, une miniature, un daguerréotype, que nous disent la théorie et l'expérience? L'objet réel, la statue, sont vus avec toutes les ressources de l'organe. Si la statue est d'un excellent artiste, elle donnera, sous huit points de vue divers, huit aspects heureux : l'art parlera sans efforts; mais si c'est un tableau, que dira la toile plate représentant des objets en relief?

Évidemment il y aura quelque chose de moins naturel; mais par la haute estime des chefs-d'œuvre de la peinture, on peut juger que ce qui manque physiquement au tableau est bien peu de chose comparativement à ce que le génie y a mis. Malgré tous les artifices de la couleur, des ombres, du dessin, quand on regarde un tableau avec les deux yeux, on trouve une différence entre l'effet produit par la toile, qui n'occupe qu'un seul plan, et ce que produiraient des objets réels plus ou moins distants du spectateur. Tout le monde sait qu'en fermant un œil, une grande partie de cette *invraisemblance* tacite disparaît, et que le tableau gagne tout de suite en naturel. C'est surtout au premier abord que cet effet est sensible. Plus tard l'imagination, entraînée par le talent de l'artiste, n'écoute plus les faibles réclamations

de la sensation, pas plus qu'on ne résiste à l'entraînement des représentations théâtrales malgré les invraisemblances de la scène, des décorations, de l'illumination, de la pose des acteurs parlant au public, et enfin de la présence des spectateurs eux-mêmes.

Mais c'est surtout pour les peintures qui se voient de très-près, comme les épreuves daguerréotypes et les miniatures, que l'usage des deux yeux est fatal. Ces représentations planes d'objets en relief semblent vous dire elles-mêmes : fermez un œil, et il n'est point d'amateur montrant une collection de ces admirables chefs-d'œuvre qui n'invite son hôte à rehausser ainsi le mérite des plus belles miniatures. Une autre règle que l'on peut, je crois, admettre pour *donner du naturel* aux objets d'art, c'est de ne point rester fixément à la même place. Les mouvements même très-petits que se donne le spectateur sauvent une grande partie des invraisemblances physiques de l'art en ôtant à l'organe la possibilité de s'appesantir et de se fixer sur ce qui fait la différence entre la toile et le relief.

Pour revenir plus spécialement au stéréoscope, nous dirons que l'étonnant succès, la popularité de ce bel instrument, se sont produits d'eux-mêmes, et sans le patronage tout-puissant et presque toujours indispensable de la presse scientifique et de la presse périodique. Il en a été de même pour le télégraphe électrique, et jusqu'à un certain point pour le daguerréotype, les locomotives, les agents médicaux qui suppriment la douleur, l'électrotypie ou sculpture électrique, et tant d'autres inventions capitales, l'honneur exclusif de notre siècle. Le stéréoscope est recherché. parce qu'indépendamment de

ses applications utiles il produit de beaux effets, des effets vraiment artistiques, et que, pour passionner les hommes, plutôt que de répondre à la question : *A quoi bon?* il vaut mieux pouvoir répondre à la question : *En quoi beau ?*

Une question m'a souvent été faite dans ces réunions si admirables de la société parisienne, où tant de bons esprits, peut-être un peu indolents, excités par l'instinct puissant de la sociabilité, apportent le tribut de leurs idées, et qui autrement, suivant l'expression de l'abbé Dubos, s'en iraient *sans déballer,* réunions dans lesquelles l'homme spécial que l'on interroge peut dire sans honte : *Je ne sais pas,* ou dire sans pédantisme ce qu'il sait, où enfin l'homme du monde peut poser sans inconvénient pour lui les problèmes les plus insolubles, ceux du moins qui l'ont été depuis quarante siècles pour le genre humain. Pourquoi, me demande-t-on, la fin du dernier siècle et la première moitié de celui-ci ont-elles vu tant d'inventions physiques si neuves, si belles, si utiles, si merveilleuses, tandis que les progrès des arts d'imagination ou même ceux des sciences métaphysiques ou philosophiques n'ont point été aussi éclatants? Et là-dessus même plusieurs de ceux qui se servent le plus des chemins de fer, du télégraphe électrique et de l'éthérisation crient hautement à l'*utilitarisme!* c'est-à-dire à une trop grande prépondérance des intérêts matériels. J'admets plus que personne que l'homme *ne doit pas vivre seulement de pain,* qu'il a une âme et une imagination comme il a un corps, et que la puissance dominante est en définitive la puissance morale de la pensée bien plus que la puissance mécanique des agents soumis

à l'homme par son intelligence, savoir : les animaux, l'eau, le fer, l'électricité; mais enfin, et en revenant à la question, pourquoi tant de progrès industriels depuis un demi-siècle?

Le voici. Lorsque dans les écoles et dans les livres on s'occupait de savoir si la matière pouvait être conçue sans la notion de l'espace et du temps, si les qualités essentielles de l'existence dépendaient de telle ou telle qualité nécessaire, si la matière, l'espace et le temps, ces trois grands fondements de l'univers où nous vivons, ou plutôt où nous pensons; si, dis-je, ces trois grands éléments sont indispensables à l'existence des êtres, en sorte par exemple qu'on pût créer un monde sans substance matérielle, sans espace ou sans durée : quelle intelligence pouvait atteindre à la solution de pareilles questions? Mais la science moderne est plus modeste. Elle ne cherche point l'*absolu*, si difficile à trouver, elle se contente des rapports, lesquels sont bien plus accessibles à nos intelligences. Ainsi je ne sais pas quelle est l'essence de la substance matérielle, mais je puis la comparer à un poids donné, le gramme, et dire que tel corps pèse autant que tant de grammes et de milligrammes. L'essence de l'espace m'est inconnue, mais je mesure tel espace que je veux, la terre entière, la France, Paris, en kilomètres et en mètres. J'ignore ce que c'est que le temps en lui-même, mais je puis dire que telle durée est de tant de secondes, la seconde étant la quatre-vingt-six mille quatre centième partie du jour, dont la période est invariable. Je ne sais pas ce que c'est en soi-même que la force mécanique et le mouvement, mais j'emprisonne la vapeur et j'en mesure l'élasticité pour l'em-

ployer plus tard à mouvoir des masses immenses. Le secret des découvertes de la science moderne, c'est tout simplement qu'elle n'a cherché que ce qui était accessible à nos moyens d'expérimentation : au lieu d'épuiser ses forces sur les notions inaccessibles de l'absolu dans la nature des êtres, elle en a observé les propriétés secondaires. Elle a expérimenté, elle a pesé, elle a mesuré, elle a comparé. L'homme ne connaît pas plus la nature intime de la force de la vapeur, dans la locomotive qu'il a créée qu'il ne connaissait, il y a quelque mille ans, la nature de la force dans le cheval, le chameau ou l'éléphant qu'il faisait servir à la locomotion. Ainsi la réponse très-simple à cette question : Pourquoi *depuis peu d'années* la science a-t-elle tant trouvé? est la suivante : C'est que *depuis peu d'années* la science n'a cherché que ce qu'il était possible de trouver.



# VOYAGE DANS LE CIEL.

# VOYAGE DANS LE CIEL.

**COSMOS, par M. Alexandre de Humboldt.**

Le *Cosmos* de M. Alexandre de Humboldt embrasse et résume tous les travaux qui ont valu à l'auteur une des premières renommées scientifiques de ce siècle. Nous voudrions essayer aujourd'hui de faire connaître une des plus remarquables parties de cet ouvrage; mais comment remplir dignement cette tâche sans rappeler d'abord l'ensemble d'études et de recherches que le *Cosmos* est venu couronner? Voyageur scientifique, M. de Humboldt a appris aux voyageurs à voir, à observer, à mesurer tous les phénomènes du monde physique, et pour plusieurs branches des connaissances humaines, il en a le premier révélé l'importance. Contemplateur, artiste et poëte, il a senti, il a décrit la beauté des scènes de la nature, sans que le coup d'œil attentif du mathématicien et de l'astronome fît tort à la perception des merveilles des astres, des airs, des eaux et de la terre, considérée tant dans les montagnes, les rochers, les terrains qui en forment la substance, que dans la végétation qui l'*habille*, comme dit Homère, et

dans les animaux de toute espèce qui la peuplent. Qui ne connaît ses travaux de géographie astronomique, descriptive, politique et physique? Ses déterminations magnétiques ont ouvert la voie à tout ce que le XIXe siècle a fait pour étendre cet ordre de notions si important. On sait quelle a été sa coopération à l'établissement des observatoires magnétiques qui nous ont déjà tant appris sur le fluide qui circule comme un véritable fluide nerveux dans l'intérieur de la terre. Sa description des lignes de chaleur égale, dont il a marqué la direction sur notre globe, s'est confirmée par d'innombrables applications à la connaissance des climats et à celle des productions de la terre, comme aussi aux déductions théoriques et purement scientifiques de la météorologie. Voyageur ou expérimentateur sédentaire, M. de Humboldt n'a pas seulement rendu d'innombrables services à la botanique, à l'anatomie, à la zoologie : on lui doit de remarquables travaux sur la constitution physique de la terre étudiée dans sa force intérieure ou volcanique, dans ses mines et produits souterrains, et surtout dans l'aspect des terrains, des roches, des agglomérations qui en composent la surface et servent de base à la vie végétale et animale.

C'est encore M. de Humboldt qui nous a révélé un des faits les plus importants pour la connaissance de notre globe et de son état antérieur. — Tandis que les plantes, les animaux et toutes les organisations vivantes offrent, suivant les divers climats, les plus étonnantes variétés, il a reconnu que le sol des contrées qui les portent est le même d'un pôle à l'autre, dans le nouveau comme dans l'ancien continent, dans les îles

comme dans les régions centrales, dans l'Australie comme dans l'Amérique du Nord. Au moment de ces formations terrestres, la nature était encore une, les choses n'avaient qu'un aspect :

**Unus erat toto naturæ vultus in orbe.**

Mais un des titres essentiels de l'auteur du *Cosmos* à la reconnaissance du monde scientifique, c'est, nous le répétons, d'avoir appris aux savants à voyager. Il a bien fait et a appris à bien faire. Le degré d'exactitude qu'il a atteint dans toutes les observations est suffisant, et c'est tout ce que comportent les difficultés du transport, les besoins du voyage lui-même et les déductions scientifiques qu'on devra tirer des observations. Appelé moi-même à donner des directions à des observateurs venus après lui, j'ai toujours été conduit, malgré le perfectionnement des instruments de position, à leur donner ce conseil : Faites comme M. de Humboldt, et *aussi bien que lui,* si vous pouvez. — Apprendre aux autres à faire, c'est une véritable invention. L'auteur du télescope, du microscope, du sextant, l'auteur de la pile électrique n'ont-ils aucun droit sur toutes les découvertes que leurs inventions premières ont suggérées, et qui ne se seraient pas accomplies sans les *outils* qu'ils ont fournis à la science? L'esprit humain, si puissant pour saisir les analogies, est bien faible pour la connais sance de l'absolu. Il nous serait bien facile maintenant, comme Archimède, de trouver, sans l'entamer, la quantité d'or et d'argent contenue dans la couronne du roi Hiéron fabriquée par l'infidèle orfévre Démétrius; mais trouver le moyen de reconnaître la fraude sans endom-

mager un travail exquis, voilà ce qu'Archimède seul pouvait imaginer, ce qui lui faisait crier *Eurêka!* je l'ai trouvé! En un mot et par une seule image, il est infiniment plus aisé d'allumer mille flambeaux à un premier flambeau allumé déjà que de donner la flamme à ce premier flambeau lui-même.

En jetant ce rapide coup d'œil sur les œuvres si variées dont le *Cosmos* nous offre le résumé, laisserons-nous oublier qu'attaché à la cour du roi Frédéric-Guillaume IV, qui lui témoigne une considération, on peut dire même une affection aussi honorable pour le souverain que pour le savant, M. le baron Alexandre de Humboldt mène la vie de courtisan dans la plus stricte acception de ce mot? Ainsi nous avons vu Cuvier et Arago donner une part de leur activité à la vie publique sans cesser d'être à la tête des sciences d'observation, l'un pour les sciences naturelles, l'autre pour les sciences mathématiques. Un grand honneur pour M. de Humboldt, c'est d'avoir été également initié et, qui plus est, *praticien* dans l'une et l'autre de ces grandes divisions qui se partagent les onze sections de notre Académie des Sciences. L'auteur du *Cosmos* appartient à l'Institut de France comme associé étranger, et cette distinction est justement regardée comme la plus élevée où puisse atteindre une capacité scientifique, car ces associés, en très-petit nombre d'ailleurs, sont choisis entre les sommités de tous les pays : ce sont les premiers entre les premiers de la science et de la renommée, *primi inter primos*.

Si l'on en juge par les dernières publications de M. de Humboldt, l'âge n'a point de prise encore sur cette vi-



goureuse intelligence (1). Le *Cosmos* embrasse et résume, nous l'avons dit, tous les travaux de l'illustre savant. L'idée du *Cosmos* est développée dans les deux premiers volumes, un peu fortement empreints peut-être de cette métaphysique allemande qui mêle aux notions positives des sciences d'observation un reflet du raisonnement métaphysique de l'âme qui reçoit ces notions. L'homme a toujours été le même : l'ancienne dissidence entre les dogmatiques et les empyriques, entre les spéculateurs théoriques et les observateurs, entre les platoniciens et les partisans d'Aristote, subsiste toujours, et quoique dans la connaissance de la nature les progrès récents des sciences aient donné gain de cause aux observateurs sur les *théoristes*, qui osaient espérer de deviner la nature, cependant, et à juste titre, la théorie et les spéculations sont rentrées dans la science, mais, bien entendu, en ne s'écartant pas du domaine de celle-ci, limité et conquis par l'observation. Dans les premiers volumes de l'ouvrage de M. de Humboldt, l'univers est considéré non-seulement au point de vue descriptif et infaillible, mais encore il est mis en relation avec l'âme de l'homme ou plutôt de l'humanité entière dans les divers siècles. Cette admission de l'histoire et de la métaphysique sur le terrain de la science observatrice n'a pas été goûtée par tous les esprits, soit que l'on craignît un retour vers la science dogmatique, soit que l'on fût frappé de la nouveauté seule. Cependant tout ce qui,

(1) M. de Humboldt est né en septembre 1769, l'année même qui avait donné à la France Napoléon et Cuvier. Il vient donc d'accomplir sa quatre-vingt-quatrième année.

dans cette partie du livre, appartenait à la science d'exposition pure et simple était au-dessus de tout reproche.

Dans le volume récemment paru, la science descriptive règne exclusivement, et le succès de l'ouvrage a été incontesté et universel (1). Le troisième volume du *Cosmos* surpasse, à notre avis, les deux précédents par la vigueur de style, par la profondeur de vues, par la flexibilité de la pensée, enfin par la solidité de déductions analogiques, qui en font un tableau des phénomènes célestes exposés suivant la science que l'on peut hardiment appeler *française*, c'est-à-dire sans aucun mélange de la métaphysique allemande ou, si l'on veut, platonicienne. Le quatrième, non encore traduit, contient l'exposé des phénomènes du globe terrestre, comme le précédent traitait des phénomènes du ciel. On peut dire que M. de Humboldt, l'un des fondateurs de la physique terrestre, est là sur son terrain plus encore que dans le domaine de la physique céleste.

C'est la partie astronomique du livre de M. de Hum-

(1) En Angleterre, l'ouvrage a été traduit par M^me^ Sabine, aidée des conseils et sous la direction de son mari, le colonel Sabine, illustre savant anglais, et de l'auteur même du *Cosmos*. En France, le premier volume et la première partie du troisième ont eu pour traducteur M. Faye, l'un de nos premiers astronomes français, qui a même fourni quelques additions ou renseignements. Au moment où commençait la publication du *Cosmos*, M. de Quatrefages en faisait l'objet d'une étude dans la *Revue des Deux-Mondes* (1^er^ juin 1846), et M. de Humboldt avait publié dans le même recueil l'introduction de son livre (1^er^ décembre 1845).

boldt qui appellera surtout aujourd'hui notre attention ; mais avant de suivre l'auteur du *Cosmos* dans son exploration des espaces célestes, nous avons à dire un mot des vues philosophiques qui précèdent et amènent cette partie purement descriptive de son œuvre. On aura ainsi une idée plus complète de l'imposant ensemble auquel se rattache le tableau du ciel tel que nous essayerons de le tracer d'après M. de Humboldt.

I.

Dans le petit traité sur le monde, sur le *cosmos*, que l'on trouve dans les œuvres d'Aristote, et qui contient, notamment sur l'existence du continent américain, des vues d'une portée merveilleuse, le précepteur d'Alexandre, le grand seigneur macédonien, s'exprime ainsi : « Bien des fois, ô Alexandre! la philosophie m'a paru quelque chose de divin et de surnaturel, surtout lorsque seule, osant s'élever à la contemplation de la nature des êtres, elle a voulu dans cette partie chercher la vérité..... Le monde (*cosmos*) est l'ensemble du ciel et de la terre, et de toutes les substances de toute nature qu'ils embrassent l'un et l'autre. Ce nom de *cosmos* est dérivé de l'ordre et de l'arrangement de tous les êtres sous l'empire de la Divinité et sous sa conversation immédiate. »

Ce qu'Aristote appelle *philosophie* est ce que nous appelons *science*, et surtout la science appliquée à la connaissance de l'univers matériel. Tel est aussi le plan du livre de M. Humboldt : c'est la contemplation du monde physique, non-seulement dans les lois qui le régissent, mais encore dans ses rapports avec l'homme

comme habitant du monde, et avec l'âme comme percevant des sensations artistiques et métaphysiques au spectacle de l'univers.

C'est principalement au début de son ouvrage que M. de Humboldt a développé la grande idée qui en constitue l'individualité. Il y montre pour ainsi dire l'âme universelle de l'humanité grandissant avec la connaissance du monde et les conquêtes des sciences depuis la navigation des Argonautes jusqu'à celles de Christophe Colomb et de ses successeurs, depuis les premières contemplations astrologiques du ciel jusqu'à la science astronomique du XIX[e] siècle, depuis les informes et superstitieuses notions météorologiques des premiers âges jusqu'à l'établissement des observatoires météorologiques du monde entier, qui nous révéleront un jour ce que dans chaque contrée, chaque année, chaque saison, on doit attendre de jours chauds et froids, sereins ou pluvieux, calmes ou agités par les vents, avec d'utiles prescriptions pour les cultures, les récoltes, les travaux publics, les transports de subsistances, les voyages, l'hygiène publique, enfin tout ce qui constitue les mille rapports du climat avec l'homme.

C'est donc un exposé général des lois et des faits de la nature entière que nous offre le *Cosmos* dans sa première partie. « La nature, considérée rationnellement, dit M. de Humboldt, c'est-à-dire soumise dans son ensemble au travail de la pensée, est l'unité dans la diversité des phénomènes, l'harmonie entre les choses créées dissemblables par leur forme, par leur constitution propre, par les forces qui les animent; c'est le Tout (le grand *Pan*) pénétré d'un souffle de vie. Le résultat le

plus important d'une étude rationnelle de la nature est de saisir l'unité et l'harmonie dans cet immense assemblage de choses et de forces, d'embrasser avec une même ardeur ce qui est dû aux découvertes des siècles écoulés et à celles du temps où nous vivons, d'analyser le détail des phénomènes sans succomber sous leur masse. Sur cette voie, il est donné à l'homme, en se montrant digne de sa haute destinée, de comprendre la nature, de dévoiler quelques-uns de ses secrets, de soumettre aux efforts de la pensée, aux conquêtes de l'intelligence, ce qui a été recueilli par l'observation.... Interroger les annales de l'histoire, c'est poursuivre cette trace mystérieuse par laquelle la même image du *cosmos* — qui s'est révélée primitivement au sens intérieur comme un vague pressentiment de l'harmonie et de l'ordre dans l'univers — s'offre aujourd'hui à l'esprit comme le fruit de longues et sérieuses observations. »

Telle est la tâche qu'a voulu remplir M. de Humboldt, et les premiers chapitres du *Cosmos* nous offrent successivement des tableaux abrégés de la terre, du ciel, de la vie organique, des considérations sur l'étude de la nature, et un essai historique sur le développement progressif de l'idée de l'univers. A ces tableaux viennent s'ajouter plusieurs centaines de pages de notes dans lesquelles brille peut-être encore plus que dans le texte la prodigieuse érudition de M. de Humboldt. Il a tout lu, tout compris, tout extrait depuis plus d'un demi-siècle. Plusieurs de ces notes sont d'admirables matériaux qui n'ont point trouvé place dans la contexture de l'ouvrage. On peut citer entre autres la réhabilitation de la mémoire d'Amérigo Vespucci, homme d'une haute

science et d'une grande probité, qui n'a jamais cherché à donner son nom aux terres découvertes à l'occident de l'Espagne. Ces terres, jamais ni lui ni Christophe Colomb n'ont su qu'elles étaient un nouveau continent, un nouveau monde, étant morts l'un et l'autre avec la croyance, universelle alors, qu'ils avaient touché à la partie orientale de l'Asie. C'est un hasard malheureux et l'obscurité comparative de Christophe Colomb qui ont été funestes à sa gloire. A propos de ces notes, il est un désir que nous devons exprimer. Nous voudrions voir tous les auteurs consciencieux qui écrivent sur des sujets sérieux faire part au public des matériaux souvent très-précieux qu'ils ont recueillis sans les employer, et qui éviteraient à d'autres travailleurs la peine d'aller les chercher dans les livres originaux. L'érudition de *seconde main*, bien plus commune qu'on ne pense, n'a rien que d'avouable quand on n'y joint pas la mauvaise foi de vouloir faire croire qu'on a soi-même puisé aux sources originales.

La partie de l'œuvre de M. de Humboldt, dont nous venons d'indiquer en quelques mots les grandes lignes, soulève quelques questions sur lesquelles, nous l'avons dit, nous voudrions nous arrêter avant d'arriver à la partie plus rigoureusement scientifique. « Ceux, dit Bacon, le père de l'école observatrice moderne, qui ont traité des sciences ont été ou dogmatiques ou empiriques : les dogmatiques, semblables aux araignées, forment des toiles sans force de la substance qu'ils tirent d'eux-mêmes; les empiriques, au contraire, semblables aux fourmis, amassent des matériaux et les emploient tels qu'ils les trouvent. L'abeille fait mieux, car elle recueille de la substance

sur les fleurs, mais elle sait l'élaborer avec un art qui lui est particulier. » Je pense qu'on ne peut pas assez s'étonner qu'il ait fallu tant de siècles pour comprendre qu'avant d'expliquer il fallait connaître, et que jamais la théorie ne pouvait deviner les faits, pas plus qu'on ne peut arpenter un champ avant de l'avoir sous les yeux. Peut-on voir sans une surprise profonde Descartes, cet admirable génie, le grand promoteur du *doute* et de l'examen comme *principe préliminaire*, bâtir de toutes pièces un système de la constitution intime de la nature et des mondes parfaitement en contradiction avec ses propres règles de raisonnement? Encore s'il eût donné ses tourbillons et sa matière subtile pour une conception hypothétique, une espèce de type mécanique de l'organisation de l'univers et des corps; mais il y croyait, il s'était persuadé à lui-même ses incroyables hypothèses, et malheureusement il y fit croire ses contemporains. Il fut empirique comme raisonneur, mais complétement dogmatique dans ses systèmes. Aussi, à part l'histoire de la science, ne vivra-t-il que par la portion de ses travaux qu'il estimait le moins, savoir ses découvertes mathématiques et physiques.

Le mot *nature*, qui pour nous désigne l'ensemble des êtres que l'observation fait reconnaître à nos sens, signifiait chez les Romains, d'après son étymologie, non point l'existence, mais bien la *naissance* des êtres. Telle est la signification du titre du fameux ouvrage de Lucrèce sur la *nature* (la *naissance*) *des choses*, où il tend à fixer des limites à ce qui peut naître et à ce qui ne peut pas naître. Chez les Grecs, le mot *physis*, que l'on traduit toujours par le mot français *nature*,

remonte plus haut que la naissance des êtres et signifie *engendrement*. Ainsi chez nous l'idée de nature se rapporte à l'existence des êtres; chez les Latins, elle se rapportait à la naissance de ces mêmes êtres, tandis que chez les Grecs, elle était l'idée même de leur génération : on voit que le langage, le sens commun s'est de plus en plus rapproché de l'empirisme. Mais au fond comment concevons-nous l'existence des êtres?

L'école métaphysique française moderne a sagement renoncé à définir les premiers principes des êtres. Si une existence est isolée des autres, si une sensation est d'une nature particulière, comment la définir par d'autres sensations d'une espèce différente? Autant vaudrait exprimer un chemin en kilogrammes ou une valeur en mètres cubes! La pensée, accoutumée à triompher dans la comparaison des idées, dans l'analogie, éprouve une grande humiliation, quand elle vient se heurter contre la connaissance intime des choses, contre l'*absolu*. Alors il faut ou plutôt il faudrait *savoir ignorer*, mais c'est à quoi il est bien pénible de se résoudre, surtout quand on a à soutenir une position scientifique acquise. Un Persan, à qui j'avais à son gré éclairci quelques doutes sur le système du monde, me demandait, comme un léger accessoire, de lui dire ce que c'est que l'âme! Beaucoup de ceux qui consultent les organes de la science sont un peu comme ce Persan, et les philosophes, soit dans leurs livres, soit dans leurs cours, sont toujours fort peinés de dire : *Je ne sais pas.* Il me semble pourtant qu'on peut hardiment convenir de son ignorance, pourvu qu'on ait la certitude qu'aucun autre n'en sait plus que soi.

Comme l'occasion s'offrira de revenir quelque jour sur la classification, sinon sur l'essence intime des êtres matériels, je me bornerai à faire remarquer que l'on trouve, en tête de tous les traités de physique, la matière, l'espace et le temps comme premiers principes des êtres. Peut-on concevoir des êtres en dehors de ces propriétés générales? Peut-on, avec Berkeley, créer par l'intelligence un univers immatériel? Puisque les êtres physiques ne sont pour nous que l'idée qui nous rend leur existence sensible, cette idée ne pourrait-elle pas naître et exister dans la pensée, dans l'intelligence, dans l'âme, sans résulter d'une action et d'une sensation matérielles? Je laisse tout cela aux habiles, et, revenant à notre monde, conçu à l'ordinaire, je me demande à quelles dernières limites s'arrêtent les notions intellectuelles que nous avons sur la matière, l'espace et le temps. Voici, je crois, ce que l'on peut dire de plus simple sur cet objet, sans cependant se flatter d'avoir défini ce qui est indéfinissable.

La première perception de notre intelligence est celle de l'identité ou de la non-identité de deux êtres. Or l'être matériel qui agit sur nos sens, d'après sa définition empirique, diffère de notre pensée; cela lui constitue une propriété particulière, une existence à part qui peut sinon le *définir,* du moins le faire reconnaître. Ainsi l'être matériel se *distingue* par sa *non-identité* avec la faculté pensante, de laquelle évidemment nous devons partir. Voilà donc l'idée la plus *primitive* que l'on puisse avoir des corps, des substances matérielles, des êtres physiques. Cette idée, c'est que ces êtres sont distincts de la faculté pensante. Voyons pour l'espace.

Peut-on concevoir un corps sans lui attribuer tacitement ou explicitement une étendue, une place dans le monde, une largeur, une longueur, une épaisseur, des dimensions sensibles, et plus vulgairement un dessus et un dessous, un avant et un arrière, une droite et une gauche? Je laisse tout cela à l'école dogmatique; mais, ramenant tout à la notion admise d'identité ou de non-identité, disons que, dès que la pensée conçoit deux corps, on a l'idée de l'espace qui les sépare par l'idée même de leur non-identité. Plus on creuse cette pensée, plus on reconnaît que si elle n'est pas une définition absolue, elle fournit au moins tout ce qu'il y a de plus simple dans la conception de l'idée de distance, d'espace, d'étendue. Répétons donc : la notion de l'espace est la notion de ce qui différencie l'idée de deux êtres matériels coexistants.

Enfin le temps lui-même, regardé ordinairement comme si rebelle à toute définition, se ramène facilement aux notions les plus simples d'identité et de non-identité. Concevons un seul objet et pensons-y deux fois. La notion du temps sera la notion de ce qui différencie ces deux idées d'un même objet. Il est évident que les deux idées du même objet n'ont aucune autre distinction que leur successivité. La notion du temps est donc la notion de la non-identité de deux idées du même objet.

Ces définitions ou plutôt ces quasi-définitions de la matière, de l'espace et du temps, qui cependant, au fond, sont empiriques, c'est-à-dire fondées sur l'observation, vont nous servir de type pour d'autres définitions ou limitations des êtres dans la nature. Et d'a-

bord rien de plus célèbre que la classification des êtres en trois règnes ou divisions : le règne minéral, le règne végétal et le règne animal. Plus récemment, on avait voulu réduire ces trois règnes à deux, savoir : le règne des êtres privés de la vie, ou règne inorganique, et le règne des êtres vivants, végétaux et animaux, sous le nom de règne organique. En raisonnant d'après la stricte règle de la philosophie empirique, qui admet comme ayant une existence spéciale, comme contenant un principe distinct, tous les objets qu'on ne peut ramener expérimentalement à l'identité, nous serons conduits à quatre ordre d'êtres de natures diverses, à quatre règnes de la nature, savoir : les trois anciens règnes minéral, végétal et animal, et de plus le *règne humain,* caractérisé par l'âme, l'intelligence, la pensée définie expérimentalement, comme étant ce que possède l'homme d'une race quelconque à l'exclusion de l'animal (1).

Quelques mots encore sur cette importante question. Dans les sciences d'observation, la mécanique, la physique, la chimie nous font connaître les propriétés qui distinguent les corps purement matériels : par exemple, le mouvement, la vitesse, le choc, la dureté, le poids, l'étendue, la chaleur, la couleur, la composition élémentaire, les réactions mutuelles. Là point de vie, point de reproduction, point de spontanéité, point d'organisation, point de mouvement volontaire.

Il n'en est pas de même si nous observons une plante :

---

(1) M. de Humboldt admet avec raison l'unité de l'espèce humaine.

nous y reconnaissons tout de suite une organisation qui déroge à toutes les lois de la mécanique, de la physique et de la chimie des corps purement matériels. Et comme nous ne pouvons pas ramener les uns aux autres les phénomènes des êtres organisés et ceux des corps bruts, nous devons reconnaître dans la plante un principe nouveau, — la vie, l'organisme ou tel nom qu'on voudra lui donner, — pourvu qu'il soit bien admis que la plante contient deux principes distincts, — la matière et la vie, et que tandis que le règne minéral ne contient qu'un seul principe, soumis aux lois physiques, la matière, — le règne végétal en contient deux, la matière et le principe vital, soumis à de tout autres lois.

Par le même raisonnement, nous reconnaîtrons que, comme il y a dans les animaux des particularités tout à fait étrangères aux végétaux, et entre autres le mouvement, la spontanéité, la volonté, qui ne permettent pas de les confondre avec les végétaux, nous devons admettre en eux un nouveau principe que j'appellerai la spontanéité, la volonté ou l'instinct. Ce principe devra faire reconnaître le règne animal comme distinct des deux autres tant qu'on n'aura pas fait un animal avec une plante ou donné les sens et la volonté à un arbre. Ainsi, dans le règne animal, trois principes élémentaires distincts, savoir : le substance matérielle, la vie, et l'instinct.

Existe-t-il un quatrième règne ? Évidemment oui. En effet, l'homme, par sa pensée, son intelligence, son âme, se sépare des animaux, et ce n'est pas seulement une différence en plus ou en moins comme dans les affections, les passions, les sensations, la mémoire, le

jugement, que l'homme partage avec l'animal et qu'il ressent seulement dans un degré plus élevé, dans une sphère plus étendue. Tout le monde sent et convient qu'il y a dans la faculté pensante un principe que l'homme possède seul à l'exclusion de tous les animaux, et, répétant ce que je viens de dire pour la différence entre le règne végétal et le règne animal, tant qu'on n'aura pas réussi à donner l'intelligence à la brute, on devra reconnaître un principe à part dans l'homme, principe que nous nommerons intelligence, faculté pensante, âme, et qui fera de l'humanité entière un quatrième règne de la nature contenant quatre principes distincts, savoir : la substance matérielle, la vie ou l'organisation, l'instinct, enfin l'âme.

Nous n'avons point pour aujourd'hui à insister davantage sur la partie métaphysique du livre de M. de Humboldt, à fixer par exemple les limites que doit comprendre chaque branche des sciences d'observation. Ce sont là des questions qui veulent être étudiées à part, et il nous a suffi de poser quelques-uns des principes essentiels qui dominent cette partie théorique du *Cosmos*, dont le but est nettement indiqué dans les lignes suivantes : « Je crois avoir retracé, dit M. de Humboldt, dans sept chapitres qui forment une série de tableaux distincts, l'*histoire de la contemplation physique du monde*, c'est-à-dire le développement progressif de l'idée du *Cosmos*. Ai-je réussi à dominer un si vaste amas de matériaux, à saisir le caractère des phases principales, à marquer les voies par lesquelles les peuples ont reçu des idées nouvelles et une moralité plus haute ? C'est ce que je n'ose décider.... »

Nous arrivons maintenant au développement purement descriptif de la partie céleste du monde. Là nous aurons de la science d'observation, et, à la grande louange de l'auteur du *Cosmos*, plus complète que dans aucun ouvrage, même spécial, sur l'astronomie.

II.

Avec une hauteur de pensée qui domine la science des résultats de l'astronomie mieux que ne l'ont fait jusqu'ici les hommes spéciaux les plus éminents, l'auteur du *Cosmos* partage son sujet en deux sections : la science des étoiles d'une part, et de l'autre celle du système solaire, en y comprenant le cortége des planètes, des satellites, des comètes, etc. Nous allons faire avec lui cet intéressant *voyage dans le ciel.*

De la partie de l'espace où nous sommes placés, nous n'apercevons sans doute qu'une petite portion des corps qui composent l'univers entier. Cependant, lorsqu'on dirige le télescope vers le ciel, on pénètre à des distances telles, que l'on sent plutôt le besoin de revenir en arrière et de se replier vers notre soleil que de s'étendre par la pensée au delà de cette limite si lointaine que nous atteignons déjà. Tâchons d'en donner une idée. Notre terre nous paraît immense par rapport à notre stature humaine. Cependant, si tous les habitants de la France se donnaient la main, ils en feraient aisément le contour, à peu près comme les voyageurs mesurent le tronc d'un arbre gigantesque par le nombre d'hommes qu'il faut pour l'embrasser. Ce contour est de 40 millions de mètres. Or le soleil est éloigné de notre terre de douze mille fois l'épaisseur de celle-ci,

en sorte que si l'on mettait en ligne douze mille globes égaux en grosseur à notre terre, on comblerait l'intervalle qui nous sépare du soleil. La longueur de cette espèce de pont idéal dépasse tout ce que nous pouvons nous figurer en kilomètres et en distances itinéraires. En partant de l'homme, la terre est immense en ses dimensions; en partant de la terre au soleil, c'est une immensité de plus; mais du soleil au soleil le plus voisin, c'est-à-dire à l'étoile la plus voisine (car personne n'ignore aujourd'hui que les étoiles sont des soleils lointains affaiblis par la distance dans leurs dimensions et dans leur éclat), la distance est au moins deux cent mille fois la distance de la terre au soleil.

Comprenons maintenant, s'il est possible, la profondeur de l'espace qu'occupent autour de notre soleil toutes les étoiles qui nous environnent, depuis la première grandeur, c'est-à-dire le plus grand éclat, jusqu'aux petites étoiles de douzième, de quinzième ou même de vingtième grandeur; mais ce n'est pas tout : au delà des plus petites des étoiles qui nous entourent, le ciel n'est pas vide, d'autres étoiles encore plus petites sont accumulées, et finissent en une faible blancheur qui limite circulairement la voie lactée. A quelle prodigieuse distance doivent être les dernières, qui ferment la perspective par leur accumulation, et qui, dans leur ensemble, forment ce que M. de Humboldt appelle si pittoresquement une île isolée dans le ciel? L'idée du nuage de soleils serait peut-être plus appropriée à l'objet présent. Quoi qu'il en soit, l'île céleste qui forme notre voie lactée n'est pas la seule. Les deux Herschel, père et fils, sir William et sir John, en ont catalogué environ 4000,

et l'on a conjecturé que, pour nous arriver du plus éloigné de ces amas d'étoiles visibles, la lumière, qui parcourt 300 000 kilomètres par seconde, mettait au moins 10 000 siècles !

Ces distances surpassent tellement la conception ordinaire de nos distances terrestres, qu'elles ne disent plus rien à notre pensée ; seulement elles nous ôtent toute curiosité métaphysique de rechercher si au delà il n'y a point encore des corps matériels existants, mais rendus invisibles par leur éloignement, ou par leur manque de lumière. Quant à l'existence de grands corps obscurs, et par suite sans relation possible avec nous, puisque la lumière est le seul mode de communication entre les étoiles et la terre, elle ne peut plus être mise en doute depuis qu'on a vu en 1572 une immense étoile briller quelques mois d'un éclat extraordinaire pour disparaître ensuite complétement, phénomène qui s'est reproduit plusieurs fois dans diverses constellations. Or notre soleil, que des données précises ne permettent pas de placer parmi les plus brillantes des étoiles, est environ un million et demi de fois plus volumineux que notre globe terrestre. Il y a donc des corps immenses actuellement invisibles pour nous, car il n'entre sans doute dans la pensée de personne d'imaginer que ces immenses étoiles temporaires, dont l'éclat a cessé, soit par une véritable extinction, soit par l'interposition d'un corps opaque qui nous les a cachées, se soient anéanties sur place ; s'il est une donnée scientifique solidement établie, c'est que rien ne périt dans la nature. Toutes les forces physiques, chimiques, mécaniques, physiologiques, sont impuissantes à détruire aussi bien qu'à créer un atome

de matière, un atome de chaleur, un atome de lumière ou d'électricité; elles ne peuvent de même ni détruire ni créer la moindre quantité de mouvement. Le mouvement d'un corps qu'on arrête passe dans l'obstacle qu'il vient choquer, et la recherche du mouvement perpétuel est aussi chimérique que la création des montagnes par les moyens dont l'homme et la nature peuvent disposer, ou leur anéantissement par l'emploi des mêmes moyens.

Mais pour sortir de ces fatigantes assertions, qui constituent cependant le vrai côté positif de la science, imaginons que l'on dirige un grand télescope sur une des belles voies lactées du ciel, lesquelles sont ordinairement désignées sous le nom de nébuleuses, qu'elles doivent à leur aspect analogue au faible éclat de la voie lactée : alors on voit avec ravissement ce petit nuage blanchâtre et pâle se transformer magiquement en un amas de points brillants d'un éclat admirable; comme si l'une des montagnes de sable qui bordent l'Océan sur les côtes de France, et qui forment des dunes de 100 mètres de hauteur vers Dunkerque, sur les côtes de Bretagne, ou autour du bassin d'Arcachon, au sud de Bordeaux, avait eu chacun de ses grains de sable transformé en un ver luisant, et rayonnait dans chacun de ces points d'un éclat fixe et pur qu'on ne pourrait se lasser de contempler!

L'auteur du *Cosmos* passe en revue, d'une manière peut-être un peu trop rapide, les progrès opérés dans la construction des télescopes à verres achromatiques et à miroirs; il arrive jusqu'aux grandes lunettes de 14 pouces français d'ouverture qui sont à Poulkova près Saint-Pétersbourg, à Cambridge près Boston aux États-

Unis, à l'Observatoire de Paris; il mentionne les télescopes à miroir de William Herschel de 4 pieds anglais de diamètre et de 40 pieds de longueur, ainsi que ceux de 3 pieds de M. Lassel, près Liverpool, et enfin le gigantesque télescope de lord Rosse, de 50 à 60 pieds de longueur, avec un miroir de 6 pieds d'ouverture installé dans un bâtiment formant une espèce de tour allongée dont les murs, découpés par étages, ont plus de 60 pieds de hauteur. Ici se placent plusieurs détails intéressants sur l'éclat relatif des étoiles, sur leur scintillation, sur leur visibilité en plein jour par le télescope, sur la transparence supposée imparfaite des espaces célestes, sur les différences optiques reconnues par Arago entre la lumière émanée des solides, des liquides ou des gaz, sur la lumière directe et la lumière réfléchie, sur la vitesse de la lumière, sur l'éclat comparatif du soleil et des étoiles, et particulièrement sur le rapport de la lumière du soleil à celle de la pleine lune (ce rapport est celui de 800 000 à 1, c'est-à-dire que le soleil est près d'un million de fois plus brillant que la lune dans son plein). M. de Humboldt indique, d'après sir John Herschel, que Sirius, la plus brillante étoile du ciel, est, à distance égale, 63 fois plus brillant que notre soleil. Nous sommes conduits ainsi, dit-il, à ranger notre soleil parmi les étoiles d'un médiocre éclat intrinsèque. Si l'auteur du *Cosmos* veut bien prendre la peine de refaire le calcul de sir John Herschel (*Outlines of Astronomy*, p. 553), il se confirmera encore davantage dans son assertion, car il trouvera que c'est par une erreur de calcul qu'on est arrivé au nombre 63, tandis que le véritable résultat est le nombre $146\frac{1}{2}$, — en sorte qu'en définitive il

faudrait accumuler la lumière de plus de 146 soleils comme le nôtre pour équivaloir à l'éclat de Sirius, l'un et l'autre étant supposés éclairer à la même distance.

Combien d'étoiles peut-on discerner sur la voûte entière du ciel à l'œil nu et avec le télescope? combien en a-t-on catalogué? combien y en a-t-il dans chaque ordre de grandeur? Sans nous astreindre à transcrire tout ce qu'il y a d'intéressant sur ce sujet dans le *Cosmos,* indiquons quelques nombres. D'après Argelander, il y a dans tout le ciel de 5 à 6000 étoiles visibles à l'œil nu, sans instrument aucun, l'incertitude provenant du plus ou moins de faculté pénétrante de la vue de l'observateur. On regarde comme de sixième classe ou *grandeur* les dernières étoiles perceptibles à la vue naturelle. A mesure que l'éclat est plus faible, le nombre des étoiles augmente rapidement; ainsi on compte 20 étoiles de première grandeur ou éclat; de second éclat, on en compte 65; de troisième, 190; de quatrième, 425; de cinquième, 1100; de sixième, 3200; de septième, 13000; de huitième, 40000; enfin de neuvième, 142000 : ce qui fait un total de 200000 étoiles. Que serait-ce si on allait à la vingtième grandeur! Le catalogue français de Lalande contient plus de 47000 étoiles, et il y en a plus de 32000 dans les zones de Bessel et d'Argelander calculées par Weisse, directeur de l'observatoire de Cracovie (1). Sur ces 32000, 20000 étoiles sont de neuvième grandeur. Avec son télescope de 40 pieds, sir William Herschel estimait à 18 millions le nombre

(1) Suivant M. Hind (1853), nous avons aujourd'hui plus de 130000 étoiles cataloguées.

des étoiles qu'on pouvait distinguer dans la voie lactée seule.

Mais, dira-t-on, quelle utilité y a-t-il à marquer exactement la place de tant d'étoiles? C'est aujourd'hui le même motif qui portait Hipparque, il y a deux mille ans, à former son fameux catalogue : c'est pour mesurer le très-petit déplacement qu'éprouvent ces astres appelés à tort étoiles fixes. Une autre notion bien surprenante est résultée de ces comparaisons entre les petites variations de position des étoiles : c'est que notre étoile elle-même, le soleil, est en marche assez rapide vers un point du ciel situé dans la constellation d'Hercule, tandis qu'il s'éloigne sensiblement du point du ciel situé dans la région opposée. Enfin ces catalogues servent encore à reconnaître les étoiles nouvelles et les petites planètes, dont le nombre est aujourd'hui de 26.

Un résultat moins mathématique de l'observation des étoiles, c'est la couleur qui prédomine dans la lumière de plusieurs de ces astres. Ainsi Arcturus dans la constellation du Bouvier, Aldébaran dans le Taureau, Antarès dans le Scorpion, sont des étoiles rouges; mais ce qui est plus curieux encore, Sirius, la plus brillante étoile du ciel, que toute l'antiquité, Ptolémée en tête, cite comme une étoile rouge, est maintenant du blanc le plus pur. Je préviens ici mes lecteurs parisiens, ou ceux qui habitent les grandes villes illuminées artificiellement, que le contraste des lumières artificielles, qui sont toujours rouges à un certain degré, fait paraître bleues les étoiles blanches quand on les observe dans le voisinage de ces lumières. La lumière blanche de la lune, reflétée dans les eaux des rues, éprouve le même effet.

Lalande, le célèbre astronome, donne Sirius comme une étoile bleuâtre, erreur que ne faisait point Arago. Du temps de Tycho-Brahé, Sirius était d'une blancheur parfaite. M. de Humboldt fixe approximativement l'époque de son changement de teinte. La Lyre, le Cygne, le Cœur-du-Lion, la Vierge, sont les étoiles blanches; les jaunes sont le Petit Chien, l'Aigle, la Polaire et l'étoile marquée de la lettre grecque *béta* dans la Petite Ourse. Il ne faut jamais perdre de vue ici l'influence de la couleur bleue du ciel, qui, par contraste, rougit un peu toutes les étoiles. Ce serait donc dans les hautes montagnes, par les ciels noirs de ces lieux d'observation *optiquement* privilégiés, qu'il faudrait noter la couleur des étoiles. Il est de petites étoiles, observées par sir John Herschel au cap de Bonne-Espérance, qui sont comme de petites gouttes de sang. Dans les étoiles doubles, souvent les deux compagnes sont teintes de couleurs différentes. Dans certaines nébuleuses ou amas d'étoiles, tous les soleils sont de la même couleur, par exemple tous bleus, tandis que dans la nébuleuse de Lacaille, près de la Croix-du-Sud, de puissants télescopes révèlent plus de cent étoiles diversement colorées, rouges, vertes, bleues, bleu-verdâtres; c'est un véritable écrin de pierres précieuses.

Nous abandonnons à regret l'auteur du *Cosmos* dans sa revue de la voie lactée, dont il trace la marche au travers des constellations célestes, avec ses embranchements, ses rapports avec les nébuleuses distinctes et les divers sondages télescopiques exécutés dans son épaisseur. Une des plus remarquables particularités de cette immense nébuleuse, c'est un trou noir, un manque pres-

que total d'étoiles qui signale une région située au sud de la croix australe, et précisément au milieu d'une des localités célestes où l'éclat de la voie lactée est des plus intenses. Ce trou noir, ce *sac à charbon*, fut observé dès les premières navigations d'Améric Vespuce. Lorsque l'observatoire du cap de Bonne-Espérance sera muni du puissant télescope que le gouvernement anglais doit faire construire pour l'observation du ciel austral, nous apprendrons encore bien des choses sur ce ciel, plus pauvre en étoiles que notre ciel boréal, mais plus riche en curieux objets célestes, dont les théories attendent l'observation exacte, soit pour leur confirmation, soit pour leur abandon définitif.

On lit avec intérêt dans le tableau du ciel tracé par M. de Humboldt tout ce qui se rapporte à l'apparition des étoiles nouvelles et à leur disparition. Telle fut dans Cassiopée la célèbre étoile de 1572, *la Pèlerine*, bien supérieure en éclat à Sirius et même à Jupiter et à Vénus. Elle se voyait en plein midi à l'œil nu, et souvent au travers de légers nuages. Son apparition dura dix-sept mois. En 1600, dans le Cygne, et en 1604, dans le Serpentaire, de pareilles *éclosions* d'étoiles brillantes et temporaires furent observées, comme dans l'an 134 avant notre ère parut l'étoile nouvelle qui, suivant Pline, engagea Hipparque à faire son célèbre catalogue. Les étoiles périodiquement variables d'éclat ne sont pas moins intéressantes à connaître. M. de Humboldt nous donne un précieux tableau de vingt-quatre de ces astres curieux. Mais que dire des étoiles qui, comme l'étoile Êta du Navire, varient brusquement de la quatrième à la première grandeur, et dont l'éclat est centuplé en une

période assez courte d'années? Si, pour ces étoiles comme pour le soleil, la chaleur est en proportion de la lumière, que peut-il advenir des planètes qui circulent sous l'empire calorifique de ce soleil bizarre, et que doivent éprouver leurs habitants? L'auteur du *Cosmos* examine ce qu'une crise pareille survenant dans notre soleil produirait sur la terre. Il regarde cette crise comme parfaitement possible. « Pourquoi, dit-il, notre soleil serait-il différent des autres soleils? » Cela n'est pas rassurant pour l'avenir, quoique M. de Humboldt y voie avec plaisir ou plutôt y entrevoie une cause qui *suffirait amplement à expliquer les anciennes révolutions du globe*. Nous croyons que la marche de la concentration progressive de la matière terrestre, depuis son origine cosmogonique assignée par Laplace, suffit à expliquer toutes les révolutions géologiques du globe et même la force de réaction de l'intérieur à l'extérieur du globe, réaction si admirablement établie par l'auteur du *Cosmos;* mais il est agréable d'avoir l'émotion de la peur, quand le courage peut la surmonter sans trop de peine, et sans doute l'appréhension de l'extinction ou d'un centuplement de la chaleur de notre soleil ne troublera le sommeil d'aucun habitant de notre globe. Ce qui peut du reste tranquilliser le genre humain, c'est que dans les deux cent mille soleils, depuis la première jusqu'à la neuvième grandeur, il en est bien peu qui prennent ainsi *le mors aux dents*..... Mais arrivons aux étoiles doubles.

Je me vois forcé ici de rappeler ce que c'est que l'attraction, cette grande loi de la nature, découverte par Newton, et qui ramène les mouvements célestes aux

plus simples notions de la mécanique. Par exemple, la lune, cette fidèle compagne de la terre, qui la suit dans son mouvement annuel autour du soleil, en tournant autour d'elle sans jamais la quitter et sans jamais se précipiter sur elle, quelle cause peut la maintenir ainsi? Comment ne s'échappe-t-elle pas? comment ne tombe-t-elle pas? Comment aucun des pics, des rochers, des terrains que nous y voyons ne nous arrive-t-il ici-bas par la chute naturelle à tous les corps matériels et par suite pesants? (J'en excepte, avec l'antiquité, le lion de Némée, qui, d'un bond prodigieux, sauta de la lune dans le Péloponèse.) En voici la cause très-simple et intelligible à tous.

La lune, comme tout corps matériel voisin de la terre, tend à tomber sur la terre. C'est ce que pensa Newton, voyant dans un verger tomber une pomme d'un arbre élevé, arbre que dans sa pensée il grandit jusqu'à ce que la cime atteignît la région de la lune. Comme on ne peut assigner la limite où la pomme détachée de l'arbre cesserait de tomber, Newton en conclut que la lune avait, comme la pomme idéalement soulevée à cette hauteur, une tendance à tomber. Pourquoi donc ne tombait-elle pas?

D'autre part, la lune, au travers des étoiles, s'avance rapidement vers l'orient, quittant continuellement les étoiles occidentales et envahissant continuellement les régions orientales. Avec cette grande vitesse en avant, vitesse de 1 kilomètre par seconde, comment la lune ne s'élançait-elle pas dans les espaces célestes, laissant seule la terre, ou circulant sous son propre nom autour du soleil?

Tout le monde pressent l'explication. Autant le mouvement de la lune en ligne droite éloignerait la lune de la terre, autant son poids, sa chute vers la terre la ramène vers nous, en sorte qu'elle reste à la même distance. Ce simple balancement soutient notre satellite autour de nous et nous assure son éternelle société. Qu'on se figure un palefrenier, dans un manége ou sur un terrain ouvert, dressant un cheval qu'il fait tourner en le retenant à la longe. Autant, par sa marche devant lui, le cheval libre s'éloignerait à chaque pas de l'écuyer, autant à chaque pas il est ramené par l'effet de la longe; et il décrit ainsi un cercle parfait dont le centre est le point d'où part la force qui le captive. Ainsi tourne la lune autour de la terre.

Cette loi d'attraction, que Newton avait déduite des mesures françaises de la terre, expliquait non-seulement comment la lune circule sans la quitter autour de la terre, mais encore comment la terre elle-même circule sans le quitter autour du soleil, qui lui dispense la chaleur et la vie, comment aussi toutes les autres planètes et toutes les autres lunes de notre système solaire accomplissent des mouvements analogues et suivent des routes semblables, dans des fins probablement pareilles, et avec de pareils cortéges d'habitants et d'êtres sans doute vivants, sentants et pensants. Que dire maintenant de l'immensité de la nature, si chaque soleil est reconnu, par la plus naturelle de toutes les analogies, comme le centre de nombreuses planètes éclairées, échauffées, fécondées par les rayons de ces millions de millions de soleils? Que d'organisations, que de volontés, que d'âmes! Et ne peut-il même pas y avoir dans ces

mondes des intelligences d'un ordre bien supérieur à la nôtre? « Près de ces êtres doués de ces facultés métaphysiques d'une autre nature, disait un naturaliste contemporain, l'homme pour l'intelligence ne serait que leur chien! »

Or, comme, même pour les planètes sœurs de la terre, nous ne pouvons jusqu'ici apercevoir leurs habitants, il est hors de doute que jamais nous n'arriverons à la connaissance des êtres habitant les planètes des soleils autres que notre soleil. Les planètes elles-mêmes de ces soleils lointains ne sont pas assez éclairées pour devenir accessibles à nos observations. Tout ce que nous apercevons dans les planètes solaires, et de même nature que notre globe, se borne à des effets de climats, de saisons, de météores analogues à ce que nous observons sur la terre.

Qui croirait que des étoiles, dont la plus voisine est deux cent mille fois plus loin que le soleil, peuvent nous fournir, comme la pomme tombant vers la terre, comme la lune circulant autour de la terre, comme les planètes circulant autour du soleil, peuvent nous fournir, dis-je, des exemples, des preuves de cette attraction universelle qui tend à précipiter l'un vers l'autre tous les corps matériels du monde, et qui les lie entre eux, de manière à les faire circuler dans des cercles éternels, en compensant, par le rapprochement dû à la chute, l'éloignement naturel que produirait le mouvement existant seul? Tel est le cas des étoiles doubles. Le télescope nous a révélé que plusieurs milliers des étoiles qu'à l'œil nu nous jugeons simples sont un assemblage de deux ou de plusieurs astres, très-voisins entre eux ; mais ce qu'il

y a de plus extraordinaire, c'est que plusieurs de ces groupes ne sont pas formés simplement par deux étoiles situées l'une devant l'autre. Dans un assez grand nombre de cas, les étoiles sont très-rapprochées, et si elles ne se précipitent pas l'une vers l'autre, c'est qu'elles tournent circulairement de manière à compenser leur chute mutuelle par l'effet de leur mouvement progressif. Or on observe réellement ces mouvements circulaires des étoiles doubles : on doit donc en conclure que l'attraction existe à ces limites du monde visible. Un examen plus attentif fait même conclure que la loi de ces actions est la même que dans la région voisine du soleil : à peu près comme un spectateur placé sur une colline où le vent qui le frappe fait tourner les ailes d'un moulin à vent conclut, en voyant sur des hauteurs lointaines tourner d'autres ailes de moulin, que dans ces localités distantes il règne le même souffle de vent qui donne l'impulsion aux ailes du moulin le plus rapproché de lui.

Mais quelle curieuse chronologie que celle de ces étoiles révolutives ! Si dans tel siècle, dans telle année, la petite étoile (au méridien) est, par exemple, au-dessus de la grande, seize ans plus tard elle sera à côté et à droite ; seize ans encore plus tard, la petite sera sous la grande ; puis seize ans encore après, elle sera à côté, mais à gauche ; enfin, au bout de soixante-quatre ans, elle aura repris sa place au-dessus de la grande étoile. C'est un véritable cadran d'horloge où la petite étoile fait fonction d'aiguille.

De pareilles périodes se montrent depuis les périodes de quelques dizaines d'années jusqu'à des périodes de plusieurs siècles ; ce sont des soleils tournant autour

d'autres soleils voisins, et pour la chronologie ce sont ou ce seront des cadrans d'horloges séculaires célestes, infatigables et invariables, qui des limites du monde compteront à l'humanité intelligente les ans, les siècles et les centaines de siècles. Un astronome du temps de Charles-Quint, au milieu du XVIe siècle, s'excuse de pousser ses calculs jusqu'en 1600, comme si 1600 eût été pour les nations une époque inabordable. Qu'aurait-il dit des périodes de dix siècles et plus que l'on observe dans les étoiles doubles! Bien des hommes passeront, dit Bacon, et la science s'accroîtra. Dans l'état actuel de l'astronomie, l'esprit humain a déjà fait assez de progrès pour que les phénomènes qu'il observe ne lui jettent plus le reproche d'ignorance, et par ceux qu'il a expliqués il peut légitimement espérer d'arriver à l'explication ultérieure de ceux dont la cause lui est encore inconnue. « Félicitons-nous, dit Sénèque, des découvertes que nous avons faites, et laissons la postérité apporter son contingent à la connaissance de la vérité. »

Dans le magnifique tableau que trace le *Cosmos* des richesses scientifiques de l'astronomie, tableau complet jusqu'à nos jours, j'ai beau essayer d'abréger mes indications, la matière est trop riche. Encore des étoiles; mais ce sont les amas connus sous le nom de *nébuleuses*. Voici à l'œuvre les télescopes des deux Herschel, de M. Lassell, du comte de Rosse; voici les lunettes de Saint-Pétersbourg, des États-Unis et de Paris, qui sont aussi à l'œuvre pour distinguer une à une ces étoiles entassées par la distance comme les grains de blé dans un grenier ou les grains de sable dans le désert. Rien ne résiste à la puissance de ces moyens optiques.

Tous ces petits nuages blanchâtres, même celui d'Andromède, donnent des signes de décomposition en étoiles; mais qui pourrait jamais, non pas nombrer, mais imaginer même le nombre de ces soleils? *Aussi nombreux que le sable, aussi nombreux que la poussière,* dit Homère; mais tout le sable, toute la poussière des déserts de l'Afrique et de l'Asie centrale ne pourraient nombrer les étoiles des nébuleuses. Nous avons déjà dit que les deux Herschel en ont catalogué environ quatre mille. Que sera-ce quand on explorera le ciel des nébuleuses avec le télescope de lord Rosse, dont l'ouverture est celle de la prunelle de l'œil d'un géant dix à douze fois plus haut que la grande pyramide d'Égypte, et qui pourrait la tenir dans sa main!

Encore un exemple d'immensité; mais ici ce sont les siècles, et non les soleils, qui sont pour ainsi dire entassés. Tout indique dans le ciel que les éléments matériels ont marché progressivement vers une concentration de plus en plus prononcée. Les soleils se sont conglomérés aux dépens de la matière cosmique ou chaotique. Ces soleils se sont ensuite rapprochés en vertu de la grande loi de l'univers, l'attraction newtonienne, qui pousse incessamment l'une vers l'autre toutes les substances matérielles. N'y a-t-il donc point quelque trace de la marche de ces soleils se rapprochant entre eux jusqu'à ce que les mouvements de circulation dont nous avons parlé plus haut viennent à balancer cette concentration progressive? Oui. Nous devons à lord Rosse lui-même le dessin de plusieurs nébuleuses en spirales, c'est-à-dire disposées par traînées lumineuses qui s'arrondissent en arrivant vers le centre à

peu près comme seraient les étincelles d'une pièce tournante dans un feu d'artifice, si, au lieu d'être dirigées en dehors, ces étincelles étaient projetées vers le centre de la pièce tournante. Mais ici, au moment où se présente la question du temps nécessaire pour opérer les déplacements qui ont donné naissance à ces dispositions d'ensembles d'étoiles, l'imagination recule effrayée. Il n'y a ni années ni siècles pour de pareilles durées. Que sont même les révolutions des étoiles doubles avec leur courte période de dix à douze siècles? Pour accomplir de tels mouvements, il a fallu plus de milliers de siècles qu'il n'y a de soleils dans ces entassements de soleils sans limite concevable. Beau thème pour ceux qui désirent comprendre ou peindre l'éternité?

Des métaphysiciens insatiables ont voulu dépasser encore ces limites du monde perceptible. « Nous imaginons, disent-ils, des existences de corps sans lumière, et dès lors non perceptibles à nos sens. La puissance créatrice dans la production et dans l'organisation de l'univers ayant toujours dépassé les bornes de l'intelligence de l'homme, il est évident que, puisque nous concevons d'autres existences que celles que nos sens nous révèlent, ces existences doivent être réalisées, et même qu'il doit en exister que nous ne concevons aucunement. » Je n'ai rien pour contredire à de telles théories. Passer par analogie de ce qui existe à ce qui est possible et du possible à l'inconcevable est permis en métaphysique; mais les sciences d'observation ont pour limites ce qu'on peut voir, mesurer, contempler, et ce que j'ai dit prouve suffisamment sans doute que, dans l'état actuel de la science céleste, les exigences les plus ou-

trées doivent se trouver satisfaites pour l'espace, la matière et le temps. Alexandre trouvait la terre trop petite pour son ambition : il étouffait, dit Juvénal, dans les étroites limites du monde terrestre ; mais quelle ambition scientifique pourrait trouver trop petit le monde matériel de l'astronomie ?

Reposons-nous dans le système solaire, au milieu des planètes, des comètes, des satellites et de tout le domaine de notre étoile centrale. S'il y en a de plus brillantes, comme Sirius, comme la plus brillante du Centaure, et probablement comme Canopus et les autres étoiles de première grandeur, celle-ci nous suffit, et la nature terrestre, coordonnée à son éclat, à sa chaleur et à ses autres influences, péricliterait sans aucun doute, si nos rapports avec ce grand dispensateur des principes essentiels à la vie venaient à changer. M. de Humboldt a exposé amplement les curieuses particularités relatives à la constitution du soleil, à ses taches, à ses diverses enveloppes, à son noyau obscur, etc. Je n'en dirai rien, non plus que cet anneau lumineux immense qui entoure cet astre, et qui nous reflète cette mystérieuse lueur qu'on appelle la lumière zodiacale. C'est au milieu de cet anneau matériel que Mercure, Vénus, la terre et peut-être Mars circulent autour du soleil. Je ne ferai pas non plus l'histoire de ces masses curieuses qui, sous le nom de *pierres tombées du ciel*, arrivent réellement des espaces célestes. Je me borne à déclarer que dans cette matière, dont j'ai fait une étude spéciale, rien n'a été écrit de plus complet, de plus positif, de plus convaincant, de plus conforme à toutes les lois physiques, chimiques et mécaniques du monde, que le chapitre du

*Cosmos* sur les pierres météoriques, les globes de feu et les étoiles filantes. Voici du reste ce que je glane dans les chroniques de France après les riches moissons de M. de Humboldt; il s'agit des présages de la fin du règne de Charlemagne : « ..... Il y eut plusieurs éclipses de soleil les trois dernières années de sa vie..... On vit une tache à l'œil nu dans cet astre..... A Aix-la-Chapelle, la terre trembla et le palais fut ébranlé..... A son dernier voyage en Saxe, une lumière semblable à un flambeau ardent passa auprès de lui et effraya son cheval, qui tomba et lui donna une si violente secousse, qu'on trouva son épée, son javelot et son manteau à dix pas de lui..... » On ne dit pas si l'empereur fut blessé dans sa chute, mais voilà un globe de feu bien caractérisé. Que devaient penser les contemporains de Charlemagne de pareils météores, tandis qu'à peine aujourd'hui nous sortons de l'ignorance en ce qui concerne leur origine et leur nature? Une curieuse liste de toutes les substances que les bolides ont amenées à la surface de la terre et l'absence d'éléments chimiques nouveaux prouvent que la nature des minimes petites planètes qui nous donnent ce qu'on appelle des *étoiles filantes* est la même que celle de notre terre, qui voyage dans les mêmes régions circomsolaires.

Les planètes sont considérées dans le *Cosmos* sous de nombreux points de vue, tous très-intéressants. On y trouve une liste fidèle et impartiale des découvertes de corps planétaires depuis l'invention du télescope. M. de Humboldt nous donne l'ordre chronologique de ces brillantes conquêtes de la science. Cette liste pour les petites planètes situées entre Mars et Jupiter s'arrête à

Irène, qui est la quatorzième dans l'ordre de leur découverte. La liste que j'ai donnée plus haut, dans ce volume (1), comprend vingt-trois planètes, dont huit ont été découvertes en 1852. Pour compléter ici l'énumération de ces corps célestes, dont le nombre est aujourd'hui de vingt-six, je dirai que, malgré la saison peu favorable en 1853 aux observations du ciel, les astronomes ont encore pu cette année ajouter trois planètes aux vingt-trois autres conquises à la fin de 1852.

Voici la liste de ces trois nouvelles petites sœurs de la terre :

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1853. | Phocea..... | Chacornac II.. | Marseille. |
| 1853. | Thémis .... | Gasparis VII .. | Naples. |
| 1853. | Proserpine.. | Luther II ..... | Dusseldorf. |

M. de Humboldt se montre très-sobre de conjectures sur les influences météorologiques déterminées dans chaque planète par leur distance au soleil, le temps de leur rotation sur elles-mêmes, et l'inclinaison de leur équateur sur le plan de leur orbite. Il constate bien que dans la planète Mars, assez semblable à notre terre pour l'obliquité de son écliptique, on voit les neiges polaires s'accumuler et se fondre comme sur la terre, suivant que l'un ou l'autre pôle a la saison chaude ou froide; mais il ne parle pas du printemps perpétuel qui règne sur Jupiter, et de la fixité d'aspect qui doit en résulter. Cependant ce calme n'est pas complet, puisque quelques-unes des bandes de Jupiter ont disparu momentanément. La planète qui doit offrir les plus curieuses circonstances

(1) Page 104.

climatologiques, c'est sans contredit Vénus, qui, pour la grosseur, la masse, la distance au soleil, est presque exactement semblable à la terre. D'où vient donc que dans cette planète on n'observe point les mêmes circonstances météorologiques que dans Mars et sur notre globe? Le voici :

Vénus tourne très obliquement sur elle-même. Si nous prenons la terre pour point de comparaison, le soleil arrive l'été jusqu'au-dessus de Syène en Égypte, ou de Cuba en Amérique. Pour Vénus, l'obliquité est telle, que l'été le soleil atteint des latitudes plus élevées que celles de Belgique ou même de Hollande. Il en résulte que les deux pôles, soumis tour à tour à un soleil presque vertical et qui ne se couche pas (et cela à quatre mois de distance, puisque l'année de cette planète n'est que de huit mois), ne peuvent laisser la neige et la glace s'accumuler. Il n'y a point de zones tempérées sur cette planète : la zone torride et la zone glaciale empiètent l'une sur l'autre, et règnent tour à tour sur les régions qui chez nous composent les deux zones tempérées. De là des agitations d'atmosphère constamment entretenues et d'ailleurs tout à fait conformes à ce que l'observation nous apprend sur la difficile visibilité des continents de Vénus à travers le voile de son atmosphère, tourmentée incessamment par les variations rapides de la hauteur du soleil, de la durée des jours et des transports d'air et d'humidité que déterminent les rayons d'un soleil deux fois plus ardent que pour la terre.

Les satellites des planètes et notre lune, dont la géographie est maintenant plus avancée que celle de notre globe, fournissent au *Cosmos*, comme on peut le pen-

ser, une immense quantité de détails historiques, astronomiques et physiques.

Des comètes, qui semblent ne voyager, comme les planètes, autour du soleil que pour contredire toutes les lois et les analogies qui existent entre celles-ci, n'ont pas fourni à l'auteur du *Cosmos* un thème aussi heureux que le reste du système solaire. Ce n'est pas que le *Cosmos* ne garde encore ici, comme ailleurs, sa supériorité sur tous les ouvrages d'exposition qui l'ont précédé; mais l'ouvrage fondamental de M. Hind sur les comètes n'avait pas encore paru, et un grand nombre de curieuses notions qui y sont contenues n'ont pu trouver place dans le tableau tracé par M. de Humboldt.

Sénèque avait déjà remarqué que les comètes suivent des routes fort différentes de celles des planètes, et qu'elles abordent des parties du ciel étoilé interdites aux autres corps errants ou planètes. Un astronome n'en croirait pas ses yeux, s'il voyait la lune, Vénus ou Jupiter quitter le zodiaque pour aller éclipser les étoiles de la Grande Ourse ou l'étoile polaire! ou bien si, au lieu de marcher annuellement vers l'orient, ces astres revenaient en arrière! C'est pourtant ce que font chaque jour les comètes. Le seul point de vue auquel je veuille les considérer ici en terminant ce tableau du système solaire, c'est de les distinguer en comètes solaires et en comètes étrangères, errantes de soleils en soleils. Et d'abord, malgré le tableau de six comètes à courtes périodes donné par M. de Humboldt, je n'en reconnais que trois définitivement acquises à notre soleil, car il n'y en a réellement que trois qui aient été vues plus d'une fois, savoir les comètes de Encke, de Biela et de

Faye. En y joignant la comète de Halley, dont la période est de soixante-dix-sept ans, et qui a plusieurs fois mêlé son histoire à celle de l'humanité, ce sont quatre comètes conquises et assurées par la science. La comète de M. Faye, découverte par cet astronome en 1843 à l'observatoire de Paris et revue au commencement de 1851, a présenté une obéissance si ponctuelle aux lois du calcul, que, suivant M. Hind, elle ne s'est pas écartée d'une heure du moment où son retour dans le voisinage du soleil avait été prédit par M. Le Verrier. Sans doute d'ici à peu d'années on sera fixé sur la nature de l'orbite de neuf à dix autres comètes, dont on peut voir la liste dans l'admirable ouvrage de M. Hind, et dont le retour est présumé d'une manière plus ou moins probable. De 1856 à 1860, nous saurons encore à quoi nous en tenir sur la grande comète qui hâta l'abdication de Charles-Quint, et qui met trois cents ans dans sa révolution solaire ; mais, je le répète, jusqu'à nouveau progrès, les seules comètes de Halley, de Encke, de Biela et de Faye sont acquises irrévocablement au domaine du soleil. D'autres comètes de soixante-quinze ans ou environ, de trois mille ans, ou même de cent mille ans, comme la comète de M. Mauvais, calculée par M. Plantamour, sont réservées aux observateurs futurs.

Il est un grand nombre de comètes qui se meuvent dans des courbes à branches infinies, savoir des paraboles et même des hyperboles. Celles-ci, venant vers notre soleil des profondeurs de l'espace indéfini, y rentrent ensuite et arrondissent légèrement leur marche autour de tous les soleils dans la proximité desquels elles viennent à passer, jusqu'à ce qu'enfin elles arrivent si

juste en face d'un de ces puissants amas de matière, qu'elles s'y incorporent en les abordant de front. Là se terminent leurs excursions vagabondes. Il va sans dire, en dépit de la cosmogonie de Buffon, que l'étoile heurtée par la comète n'est pas plus ébranlée que ne le serait la grande pyramide d'Égypte par le choc d'une sauterelle poussée par le vent du désert. Ainsi donc on peut dire que les comètes, si peu dignes d'attention par la petitesse *inimaginable* de leur masse, servent de moyen de communication entre les étoiles et notre système, et que telle comète qui vient s'imprégner des feux ardents de notre soleil dont elle rase la surface, comme l'ont fait les comètes de 1680 et de 1843, a subi *ou a pu subir* préalablement la même influence de Sirius, de Canopus ou de la brillante étoile Toliman du Centaure, ces trois rois de la voûte céleste. Ce qu'il y a d'incontestable, c'est que ces astres, pour le plus grand nombre, s'éloignent sans retour de notre soleil, d'où l'on tire la conséquence non moins sûre qu'ils arrivaient de régions situées bien au delà de ce qu'on peut appeler le domaine de cet astre.

En résumé, la partie du *Cosmos* consacrée à la description du ciel nous offre le tableau fidèle des résultats de l'astronomie au milieu du XIX^e^ siècle. L'histoire des sciences nous a transmis cet acte remarquable de l'astronome Ptolémée d'Alexandrie, qui consacra, par des inscriptions gravées sur les parois intérieures d'un temple, les résultats de sa longue carrière d'observateur des mouvements célestes. L'ouvrage de M. de Humboldt est aussi la consécration de toutes les conquêtes de la science, mais gravée dans un temple bien plus impéris-

sable que ceux d'Égypte, dans la *typographie*, l'une de ces supériorités des peuples modernes sur ceux des siècles passés. On a reproché au *Cosmos* un peu de confusion dans sa richesse; mais des tables analytiques très-détaillées facilitent les recherches, ou bien aident ceux qui ont lu l'ouvrage à le considérer au point de vue dont ils ont besoin. Ainsi le physicien, le géographe, le métaphysicien, le théologien, le philosophe, le poëte même, le consulteront aisément en ce qui les intéressera. Il y aura des oracles pour tout le monde. Le *Cosmos* était un des ouvrages d'astronomie ou plutôt le seul des ouvrages d'astronomie moderne que citât M. Arago. Il rendait pleine justice aux efforts que son illustre confrère avait faits pour donner aux amis de la science des résultats positifs, exacts, clairement énoncés et tout à fait à jour pour la science la plus moderne. Nous nous bornerons à cet éloge de l'ouvrage de M. de Humboldt. Plus on feuillette cette riche collection de découvertes qui honorent l'esprit humain, plus on acquiert soi-même de notions importantes, et plus on peut atteindre d'aperçus nouveaux. Le *Cosmos*, comme tous les bons livres, vaut par ce qu'il est et par ce qu'il fera faire aux autres.

M. de Humboldt, suivant ses propres expressions, considère la France comme sa patrie adoptive. Ce n'est pas seulement en effet comme savant ou comme écrivain national (car la plupart des ouvrages de M. de Humboldt sont en notre langue) que l'illustre octogénaire a droit au titre de citoyen français. Dans des temps de calamités tristes à rappeler, on l'a vu accourir à la suite de l'invasion étrangère et protéger contre le pillage et la spo-